

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
TROPICAL

Densidade de aves e tipos de cama na criação de frangos de corte no ecótono Amazônia Cerrado: Desempenho e uso da termografia na identificação de pododermatite

Hérica de Araujo Costa

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientadora: Profa. Dra. Roberta Gomes Marçal
Vieira Vaz

Co-orientadora: Dra. Mônica Calixto da Silva

ARAGUAÍNA

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

Densidade de aves e tipos de cama na criação de frangos de corte no ecótono Amazônia Cerrado: Desempenho e uso da termografia na identificação de pododermatite

Hérica de Araujo Costa

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientadora: Profa. Dra. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz.

Co-orientadora: Dra. Mônica Calixto da Silva

Araguaína

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

C837d Costa, Hérica de Araujo.

Densidade de aves e tipos de cama na criação de frangos de corte no ecótono Amazônia Cerrado: Desempenho e uso da termografia na identificação de pododermatite. / Hérica de Araujo Costa. – Araguaína, TO, 2019.

70 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciência Animal Tropical, 2019.

Orientadora : Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz Gomes Marçal Vieira Vaz

Coorientadora : Mônica Calixto da Silva

1. Desempenho produtivo. . 2. Densidade de criação.. 3. Materiais alternativos. 4. Pododermatite.. I. Título

CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

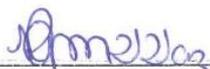
Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

DENSIDADE DE AVES E TIPOS DE CAMA NA CRIAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NO ECÓTONO AMAZÔNIA CERRADO: DESEMPENHO E USO DA TERMOGRAFIA NA IDENTIFICAÇÃO DE PODODERMATITE

HÉRICA DE ARAUJO COSTA

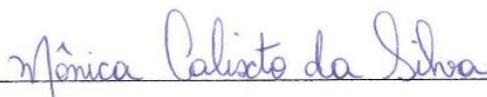
Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, tendo sido julgado pela Banca Examinadora formada pelos doutores:

BANCA EXAMINADORA



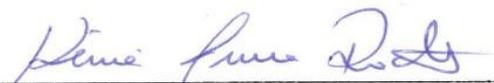
Profa. Dra. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz (Orientadora)

Universidade Federal do Tocantins



Dra. Mônica Calixto da Silva (Co-orientadora)

Universidade Federal do Tocantins



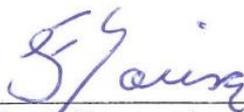
Profa. Dra. Kênia Ferreira Rodrigues

Universidade Federal do Tocantins



Profa. Dra. Marilú Santos Sousa

Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa

Universidade Federal do Tocantins

Araguaína, 14 de fevereiro de 2019

Dedico esse trabalho aos meus pais: Emivaldo de Araújo Reis e Ofélia da Costa Leite Reis, pela força e o incentivo que me deram para continuar nesse meu sonho.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à **Deus** por ter me possibilitado chegar até aqui estou e ter me propiciado saúde para tanto. À toda minha família que sempre me deu todo o suporte durante minha vida e sempre me incentivou a alcançar meus objetivos.

Aos meus pais **Emivaldo de Araújo Reis** e **Ofélia da Costa Leite Reis** por toda luta que passaram para me dar educação, aos meus **irmãos Joice de Araújo Costa** e **Hernandes de Araújo Costa**. Aos meus avós, tios e primos, em especial **Ronaldo da Costa Leite** (dindo) meus sinceros agradecimentos.

Aos meus amigos que vou levar para sempre em minha vida, **Valquíria, Latóya, Caroliny, Carla (Carlinha), Denise, Ana kassia, Aleane**, obrigada por estarem ao meu lado me dando apoio e me ajudando com trabalho e palavras, que me motivaram a continuar nesse meu sonho, ao **Felipe** que mesmo longe sempre me deu força.

Aos amigos e colegas do grupo NEPANAC: **Flávia Lúzia, Magna, Mayara, Juliane, JJ, Rogel, Lucas** (agregado), **Jefferson** e as novas integrantes **Kênia** e **Maria Paula** por toda ajuda concedida que foram muitas, meus eternos agradecimentos. Agradeço também ao **Wescley, Raquel** e ao **técnico Adriano**.

Ao **Josimar** que foi o parceiro de experimento que estive durante toda a realização desse trabalho na luta comigo, sem palavras para agradecer por toda contribuição e ajuda, trabalhamos muito, mas vencemos.

À minha querida orientadora professora doutora **Roberta Gomes Marcial Vieira Vaz** por sua orientação, oportunidade e contribuição no aprimoramento dos meus conhecimentos e a co-orientadora doutora **Mônica Calixto da Silva** por ser essa pessoa amiga e por ter me ajudado desde o início desse projeto em minha vida, Mônica, mulher muito obrigada de todo meu coração, você é uma pessoa maravilhosa e é uma amiga que vou levar para sempre em minha vida.

Ao professor doutor **Luiz Fernando Teixeira Albino** da Universidade Federal de Viçosa, por toda ajuda e contribuição na realização desse experimento.

Ao professor **Dr. Luciano Fernandes Sousa**, pela disponibilidade em tirar minhas dúvidas e ajuda na estatística sempre que o solicitei.

À professora **Dra. Marilú Santos Sousa**, por fazer parte desse momento único com suas contribuições.

À Profa. **Dra. Kênia Ferreira Rodrigues**, por ter contribuído nesse momento tão especial em minha vida.

À Universidade Federal do Tocantins em nome do **Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical**, pela oportunidade. À todos os **professores** que fazem parte do programa, pelos ensinamentos.

À **Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins**, professores, funcionários, pelo apoio.

Ao **Jeekyçon**, secretário do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical - UFT, pela sua ajuda sempre que precisei.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES**, pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa **GRANFORTE** pelo fornecimento de matéria prima para realização deste trabalho.

Obrigada a todos!!!

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
LISTA DE QUADROS	10
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE FIGURAS	13
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	14
1.1 INTRODUÇÃO	14
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
1.2.1 Avicultura industrial	16
1.2.2 Fatores que afetam a produção de frangos de corte.....	17
1.2.3 Principais materiais utilizados na cama de frango.....	19
1.2.4 Função e qualidade do material a ser utilizado como cama de frango.....	22
1.2.5 Manejo da cama de frango.....	23
1.2.6 Densidade populacional	24
1.2.7 Problemas de pododermatite	26
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS SOBRE DOIS TIPOS DE CAMA E DUAS DENSIDADES.....	37
RESUMO.....	38
ABSTRACT.....	39
Introdução.....	40
Material e Métodos.....	41
Resultados e Discussão.....	44
Conclusão.....	51
Agradecimentos.....	51
Referências.....	51
CAPÍTULO – 3 USO DA TERMOGRAFIA NA IDENTIFICAÇÃO DE LESÕES DE PODODERMATITE EM FRANGOS DE CORTE, CRIADOS SOBRE DOIS TIPOS DE CAMA E DUAS DENSIDADES.....	55
RESUMO.....	56
ABSTRACT.....	57

Introdução.....	57
Material e métodos.....	59
Resultados e discussão	63
Conclusão.....	67
Agradecimentos.....	67
Referências.....	67

RESUMO

Densidade de aves e tipos de cama na criação de frangos de corte no ecótono Amazônia Cerrado: Desempenho e uso da termografia na identificação de pododermatite

Dois experimentos foram realizados com o objetivo de avaliar o desempenho, a qualidade de carne e a incidência de lesões de pododermatite em frangos de corte, criados sobre dois tipos de cama e duas densidades. No experimento I e II, foram utilizados 216 pintos de corte, mistos, de um dia de idade, da linhagem Cobb 500®, com peso inicial médio de $54 \text{ g} \pm 3,37 \text{ g}$, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 2x2, dois tipos de cama (maravalha e palha de arroz) e duas densidades (24 e 30 kg/m^2), com quatro tratamentos (palha de arroz e 24 kg/m^2 , palha de arroz e 30 kg/m^2 , maravalha e 24 kg/m^2 e maravalha e 30 kg/m^2) e seis repetições. No experimento I, foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar, o rendimento de carcaça, os rendimentos de cortes nobres, o peso relativo das vísceras comestíveis, os órgãos imunes, o peso e o comprimento do intestino delgado, a gordura abdominal, os parâmetros sanguíneos, as proteínas totais e albumina, a coloração da carne do peito, perda de peso por descongelamento, perda de peso por cocção, o pH e a força de cisalhamento. No experimento II, foram avaliados os valores de pH, umidade e temperatura da cama, as temperaturas superficiais máximas, mínimas e a amplitude térmica do coxim plantar dos pés, de frangos de corte dos 28 aos 42 dias de idade e o escore visual do coxim plantar dos pés aos 42 dias. Observou-se que no experimento I, os tipos de cama não influenciaram o consumo de ração, o ganho de peso e o peso corporal. Havendo efeito sobre a conversão alimentar. As diferentes densidades influenciaram o consumo de ração e o ganho de peso, sem efeito para a conversão alimentar e o peso corporal. Houve interação entre os tipos de cama e as densidades para o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o peso corporal aos 42 dias de idade. Os tipos de cama e as densidades não afetaram os rendimentos de carcaça, coxa e sobrecoxa, no entanto, houve efeito da densidade para o rendimento de peito. Os pesos relativos das vísceras comestíveis, os órgãos imunes, o peso e o comprimento do intestino delgado, a qualidade da carne e os parâmetros sanguíneos não foram influenciados pelos tratamentos, porém, o tipo de cama, influenciou a gordura abdominal e a enzima aspartato aminotransferase (AST). No experimento II, observou-se que não houve interação entre os tipos de cama e as diferentes densidades, para as temperaturas máxima, mínima e para a amplitude térmica. No entanto, a temperatura mínima e a amplitude térmica, foram influenciadas pelos tipos de cama e pelas densidades, sem efeito sobre a temperatura máxima. As densidades e os tipos de cama não influenciaram os valores de pH, umidade, temperatura da cama e o escore visual do coxim plantar de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade. Conclui-se que a cama de maravalha e a densidade de 24 kg/m^2 , apresentaram os melhores resultados de desempenho para frangos de corte de um aos 42 dias de idade e que a termografia foi eficiente para evidenciar que os frangos de corte criados sobre a cama de palha de arroz e a densidade de 30 kg/m^2 , apresentaram menores temperaturas mínima no coxim plantar, indicando indícios de lesões de pododermatite dos 28 aos 42 dias de idade.

Palavras-chaves: Desempenho produtivo. Densidade de criação. Materiais alternativos. Pododermatite.

ABSTRACT

Density of poultry and litter types in broiler chickens reared in the Amazonian ecotone Cerrado: Performance and use of thermography in the identification of pododermatitis

Two experiments were conducted to evaluate the performance, meat quality the use of thermography to detect signs of pododermatitis of broiler chickens reared on two different litter materials and at two stocking densities. In experiments I and II, 216 one-day-old Cobb 500® broiler chicks of mixed sex with a mean initial weight of 54 ± 3.37 g were used. The chicks were allotted in a completely randomized design (CRD) in a 2x2 factorial arrangement: two litter materials (wood shavings and rice hulls) and two stocking densities (24 and 30 kg/m²), totaling four treatments (rice hulls and 24 kg/m², rice hulls and 30 kg/m², wood shavings and 24 kg/m² and wood shavings and 30 kg/m²) and six replicates. In experiment I, the following variables were evaluated: feed intake, weight gain, feed conversion, carcass yield and prime cuts, the blood parameters, total proteins and albumin, edible viscera, immune organs, intestine weight and length, abdominal fat, breast meat color, pH and shear force. In experiment II, the values of litter pH, moisture and temperature, the visual score and the maximum and minimum surface temperatures and thermal amplitude of the plantar surface of the footpad of broilers from 28 to 42 days of age were evaluated. In experiment I, the different litter materials did not influence feed intake, weight gain, and body weight but it affected the feed conversion. The different stocking densities influenced feed intake and weight gain, with no effect on feed conversion and body weight. There was an interaction between litter material and stocking density for feed intake, weight gain, feed conversion and body weight at 42 days of age. Litter materials and stocking densities did not affect the yields of carcass, drumstick, and thigh. However, there was an effect of stocking density on breast yield. The relative weight of the edible viscera, the immune organs, the weight and length of the small intestine, the meat quality and the blood parameters were not influenced by the treatments. However, the litter material influenced the abdominal fat and the enzyme aspartate aminotransferase (AST). In experiment II, there was no interaction between litter materials and different stocking densities for maximum and minimum temperatures and thermal amplitude. However, the minimum temperature and the thermal amplitude were influenced by different litter materials and stocking densities, with no effect on the maximum temperature. The stocking densities and litter materials did not influence the values of litter pH, moisture and temperature, and the visual score of the plantar surface of the footpad of broilers slaughtered at 42 days of age. It was concluded that the bed of shavings and the density of 24 kg / m² presented the best performance results for broiler chickens from one to 42 days of age and that the thermography was efficient to show that broiler chickens raised on bed of rice straw and density of 30 kg / m², presented lower minimum temperatures in the plantar cushion, indicating indications of lesions of pododermatitis from 28 to 42 days of age.

Keywords: Alternative materials. Broiler performance. Pododermatitis. Stocking density.

LISTA DE QUADROS

Quadros do capítulo 1

Quadro 1.1. Relatos de trabalhos com a qualidade de cama utilizada na criação de frangos de corte sobre os níveis de amônia e pH.....	19
Quadro 1.2. Trabalhos realizados com diferentes tipos de cama na produção de frangos de corte.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabelas do capítulo 2

Tabela 2.1 Composição nutricional das dietas para frangos de corte em diferentes fases de criação	42
Tabela 2.2 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso corporal (PC) de frangos de corte aos 42 dias, criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m ²)	45
Tabela 2.3 Rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), coxa (RCX) e sobrecoxa (RSCX) de frangos de corte aos 42 dias criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m ²)	47
Tabela 2.4 Peso relativo das vísceras comestíveis (coração, moela e fígado) os órgãos imunes (Bursa de Fabricius e Baço), gordura abdominal, peso e comprimento do intestino delgado (m) de frangos de corte aos 42 dias criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m ²).....	48
Tabela 2.5 Coloração da carne do peito (L* = luminosidade, a* = vermelho, b* = amarelo), o pH, temperatura (TEMP), perda de peso por descongelamento (PPDES), perda de peso por cocção (PPCO) e a força de cisalhamento (FC) de carne de frangos de corte aos 42 dias de idade, criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m ²).....	49
Tabela 2.6 Parâmetros sanguíneos colesterol - (mg/dL), triglicerídeos - (mg/dL), albumina - (g/dL), proteínas totais - (g/dL), glicose - (mg/dL), Alanina aminotransferase - (U/L) e aspartato aminotransferase - (U/L) de frangos de corte aos 42 dias criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m ²)	50

Tabelas do capítulo 3

Tabela 3.1 Composição nutricional das dietas para frangos de corte em diferentes fases de criação	60
---	----

Tabela 3.2 Temperatura máxima (°C), mínima (°C) e amplitude térmica (°C) do coxim plantar de frangos de corte dos 28 aos 42 dias de idade, criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m ²)	63
Tabela 3.3 Valores de pH, umidade (%) e temperatura (°C) da cama de frangos de corte dos 28 aos 42 dias de idade, criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m ²)	65

LISTA DE FIGURAS

Figuras do capítulo 3

Figura 3.1 Imagem das fotos do coxim plantar.....	61
Figura 3.2 Termoimagem do coxim plantar de frangos de corte.	62
Figura 3.3 Escore do coxim plantar dos frangos de corte aos 42 dias de idade.	62
Figura 3.4 Valores de mediana do escore visual do coxim plantar de frangos de corte, criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz – PA e maravalha – MA) e duas densidades (24 e 30 kg/m ²).	66

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O sucesso na avicultura industrial no Brasil, foi decorrente aos crescentes avanços na área da genética, da nutrição, da ambiência, do manejo e da sanidade, o que propiciou condições ideais para que as aves expressassem seu máximo potencial produtivo. Outros fatores como as novas tecnologias, principalmente dos equipamentos e das instalações, também contribuíram para que o Brasil conquistasse posição de destaque no cenário mundial (GOPINGER et al., 2015; MENDES; KOMIYAMA, 2011).

Na produção de frangos de corte, o controle do ambiente interno é fundamental para o desempenho das aves, onde a preocupação com a qualidade final do produto é alta. Assim, a densidade populacional, pode influenciar na criação de frangos de corte, visto que, maiores densidades, podem reduzir o desempenho, ocasionar estresse por calor, pelo aumento do número de aves por m² e afetar a qualidade da cama, acarretado pela intensa compactação, decorrente do aumento da umidade, o que favorece a ocorrência de lesões e hematomas (CATALAN et al., 2014; GOPINGER et al., 2015).

Neste sentido, Abudabos et al. (2013) verificaram a influência de diferentes densidades de alojamento (28; 37; 40 kg/m²) no desempenho e no bem-estar de frangos de corte e observaram que ao aumentar a densidade 28 para 40 kg/m², o desempenho e o bem-estar foram prejudicados, com maior ganho de peso e consumo de ração, para as aves criadas em baixa e média densidade.

Da mesma forma, Simitzis et al. (2012) avaliaram o impacto da densidade de 6 e 13 aves/m², na criação de frangos de corte e concluíram que a maior densidade, afetou negativamente o ganho de peso e o consumo de ração. No entanto, resultados divergentes foram encontrados por Gopinger et al. (2015), que trabalharam com densidade de 11,08 e 13,20 aves m², no período de 5 a 45 dias de idade e verificaram que o aumento da densidade de 11,08 para 13,20 aves m², não afetou o desempenho, o rendimento de carcaça e cortes nobres. Porém, promoveu aumento na umidade da cama e maior incidência de pododermatite de grau 1, na densidade de 13,20 aves m².

A cama de frango tem a função de absorver a umidade, diluir as excretas, fornecer isolamento térmico e proporcionar uma superfície macia e protetora, evitando

o contato das aves com o piso, o que evita a formação de calo no pé (coxim plantar), lesões no peito e no joelho, além de permitir que as aves expressem o seu comportamento natural, como ciscar (SHEPHERD; FAIRCHILD, 2010).

No entanto, ao escolher o material da cama, deve se optar por um material de boa qualidade, boa capacidade de absorção, maciez, não tóxico e que libere pouca quantidade de poeira, evitando problemas respiratórios e a pododermatite, bem como promover melhorias no desempenho das aves (BRITO et al., 2016).

A pododermatite ou dermatite de contato é caracterizada por inflamações e lesões necróticas, superficial a profunda na superfície do coxim plantar das aves. As lesões causadas pela pododermatite são uma preocupação para a indústria avícola, pois, os pés de frangos, têm grande valor no mercado asiático, além de prejudicar o bem-estar (GOPINGER et al., 2015; SHEPHERD; FAIRCHILD, 2010).

Assim, a variedade de materiais para serem utilizados como cama, são muitos, como maravalha de madeira, casca de arroz, casca de café, feno de diversos capins, palhadas de várias culturas, polpa de citrus, areia, bagaço de cana. Desses, o material mais utilizado como cama, era a maravalha, que em virtude da grande demanda, foi gradativamente tornando-se escasso e com maior custo no mercado. Outro material bastante utilizado tem sido a casca de arroz, por possuir características semelhante à da maravalha (BRITO et al., 2016; DE AVILA et al., 2008).

Em estudo realizado por Brito et al. (2016), que avaliaram o desempenho produtivo e o rendimento de carcaça e de vísceras de frangos de corte criados em diferentes materiais de cama aviária (maravalha, casca de arroz e areia), concluíram que os materiais estudados não influenciaram o desempenho produtivo, o rendimento de carcaça e de vísceras comestíveis.

Segundo Abreu et al. (2011), a cama de casca de arroz proporciona melhores resultados de desempenho produtivos as aves. Porém, Jacob et al. (2016) observaram alta incidência de pododermatite em frangos de corte criados na cama de casca de arroz, diferentemente da cama de maravalha, que observaram menor incidência de pododermatite. Dessa forma, fica evidente a necessidade e a importância de realizar novos estudos sobre o material a ser utilizado como cama em regiões de altas temperaturas, como a região Norte do Brasil. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho, a qualidade de carne e a incidência de pododermatite em frangos de corte criados sobre dois tipos de cama e duas densidades.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Avicultura industrial

A avicultura industrial é um setor com crescimento acelerado, no qual, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de carne de frangos, com 13,056 milhões de toneladas e o maior exportador com 4,320 milhões de toneladas, no ano de 2017. O crescimento da avicultura brasileira, vem sendo referência mundial, em virtude da qualidade dos produtos, da sanidade das aves, da sustentabilidade de produção e da produtividade, decorrentes de parcerias entre produtores integrados e as agroindústrias, principalmente, da junção da ciência com a tecnologia aplicada no setor, no qual, colocaram a cadeia produtiva brasileira, entre as mais avançadas e eficientes do mundo (ABPA, 2018).

A produção de frangos corte é uma atividade essencial para o desenvolvimento econômico do Brasil, pois, auxiliam no crescimento das regiões onde estão inseridas. É um setor organizado e complexo, que depende das atividades agrícolas e/ou agropecuárias que em conjunto, colaboraram com o aumento de emprego e da renda para muitas regiões do país (OLIVEIRA et al., 2014).

O interesse da população por produtos de maior qualidade tem despertado na indústria a preocupação em produzir alimentos, preconizando o bem-estar animal, uma vez que, a forma como os animais de produção são criados, podem influenciar na qualidade da carne, principalmente em frangos de corte, que necessitam de condições ideais de criação, manejo, ambiência, alimentação e uma densidade adequada, para expressarem seu máximo potencial genético (MENDES et al., 2011).

De acordo com Castilho et al. (2015); Rocha et al. (2008) a densidade de alojamento influencia a temperatura do ambiente de criação, ocasionando aumento na temperatura corporal, o que pode afetar o consumo de ração e, conseqüentemente, o ganho de peso das aves. No entanto, Araújo et al. (2007) observaram que as aves alojadas em maior densidade, consumiram menos ração, porém, foram mais eficientes em converterem o alimento em ganho de peso, o que pode reduzir os custos com a alimentação e maximizar a produção.

Todavia, em função de amenizar os efeitos negativos, provocado pelas altas temperaturas do ambiente de criação, sobre o desempenho de frangos de corte, têm-se intensificado o controle do manejo da cama, que é um fator que também contribui

no aumento da produção de calor dentro do aviário, principalmente, na fase final de produção (CRISTO et al., 2017).

Portanto, a qualidade da cama afeta diretamente a qualidade da carcaça e do coxim plantar, além de prejudicar o deslocamento das aves. No mercado externo, dentre os cortes de frango comercializados, os pés têm alto valor agregado, principalmente, nos países asiáticos, o que torna o manejo indispensável. Além disso, é necessário utilizar uma cama que proporcione conforto, de fácil aquisição, com custo razoável para todas as regiões (CRISTO et al., 2017; DEMIRULUS, 2006).

1.2.2 Fatores que afetam a produção de frangos de corte

Dentro do sistema de produção, os principais fatores que impossibilitam que os frangos de corte atinjam seu potencial de produção são: ambiência inadequada, nutrição deficiente, manejo impróprio e problemas sanitários. De modo que as aves devem receber proteção e conforto, com espaço suficiente para se movimentar, com livre acesso a água e ao alimento de qualidade e em quantidades suficientes (DE AVILA et al., 2007).

As aves são animais homeotérmicos, ou seja, possuem a capacidade de manter a temperatura corporal em equilíbrio, quando expostas a mudanças no ambiente térmico, passam por variações no seu organismo, o que pode gerar uma resposta negativa no seu desempenho (SCHIASSI et al., 2015).

Na fase inicial de criação, as aves são mais susceptíveis a sofrerem estresse pelo frio, devido ao seu sistema termorregulador pouco desenvolvido, dificultando a manutenção da temperatura corporal, no entanto, na fase final, podem sofrer estresse por calor, onde esses fatores estressores acabam por limitar a produção, podendo levar a prejuízos. Contudo, as aves utilizam de adaptações comportamentais e fisiológicas para se adequar ao ambiente ao qual foram introduzidas, no entanto, para essa ação, desvia a energia que seria utilizada na produção, para manutenção do organismo (ABREU et al., 2011).

Essas colocações corroboram com Oliveira et al. (2006), que observaram que ao criar frangos de corte submetidos a altas temperaturas, prejudicaram o desempenho e o rendimento de cortes, sendo esses efeitos maior com a elevação da umidade relativa do ar.

Pensando nesse contexto, é importante que os aviários tenham condições ideais, a fim de proporcionar o máximo de conforto, levando em consideração, a adequação de alguns fatores como a temperatura, qualidade do ar, qualidade da cama, velocidade do vento e a densidade de alojamento (ABREU; ABREU, 2011; SCHIASSI et al., 2015).

Dentro da produção avícola, deve-se atentar aos excrementos, que são depositados na cama, que é responsável pela produção do gás amônia dentro das instalações, este gás, prejudica o desempenho das aves, além de proporcionar danos ao homem e ao meio ambiente. Os níveis máximos de gases de amônia não podem passar de 25ppm, dióxido de carbono 5000ppm, monóxido de carbono 50ppm, sulfato de Hidrogênio 10ppm e poeira inalável 10mg/m³ (UBA, 2008).

A principal fonte de amônia depositados na cama é o nitrogênio excretado pelas aves. Contudo, a adoção de técnicas de manejo, desde o início da criação, pode diminuir essa emissão, por meio do controle da ventilação, do manejo da cama adequado, do pH, da temperatura e da umidade relativa do ar (ABREU et al., 2011) (Quadro 1.1).

De acordo com De Oliveira et al. (2015), a adição de algumas substâncias condicionadoras ao tratamento da cama, melhora sua qualidade, por meio de reações químicas, na redução da umidade da cama e na atividade bacteriana, já que a baixa umidade da cama, reduz as populações bacterianas e diminui a volatilização da amônia, criando um ambiente mais adequado para as aves.

Neste contexto, Loch et al. (2011) avaliaram a qualidade da cama de frango de capim-elefante, submetida a diferentes tratamentos e observaram que o sulfato de alumínio é viável para ser utilizado no manejo da cama, devido às suas propriedades de redução de pH e amônia volatilizada. Da mesma forma, Dai Pra et al. (2009) concluíram que o uso de cal virgem ajuda na redução de *Salmonella spp.* e *Clostridium spp.* com dose a partir de 300g/m² de cama de aviário.

O excesso de aves por metros quadrado, também limita, pois, alta densidade populacional acaba por dificultar o acesso das aves a água e a ração, gera aumento dos dejetos depositados na cama, além de proporcionar o aumento da temperatura corporal dentro das instalações, devido à redução do movimento do ar, em torno das aves quando estão muito próximas (HENRIQUE et al., 2017).

Quadro 1.1 Relatos de trabalhos com a qualidade de cama utilizada na criação de frangos de corte sobre os níveis de amônia e pH

Autores	Tipo de cama	Densidade	Período (dias)	Amônia volatilizada	pH
De Carvalho et al. (2011)	P. de arroz e maravalha fina	17 e 15 aves/m ²	1 - 42	57,9; 36,1 ppm	5,7 e 8,3
Freitas et al. (2011)	Maravalha e P. de arroz	12 aves/m ²	35 e 40	5,48; 8,53 mg/100g e 9,37; 10,58 mg/100g	7,76; 7,98 e 8,15; 8,29
Medeiros et al. (2008)	Maravalha (4 ciclos de criação)	12 aves/m ²	Aos 42	28,6 mg/100g (24 horas)	8,4
Oliveira et al. (2003)	P. de arroz (nova)	12 aves/m ²	1 - 42	57,40 mg/kg	7,66

Em estudos realizados Mortari et al. (2002), observaram que a diminuição no consumo de ração é diretamente proporcional ao aumento da densidade populacional, devido especialmente, à restrição do acesso a água e a ração durante o período de criação. Segundo Goldflus et al. (1997) a diminuição do espaço disponível para as aves, resultam em redução no ganho de peso, no entanto, a viabilidade de criação não é afetada, devido ao aumento linear na produção de massa de frango vivo por área.

Por conseguinte, as infecções e doenças acabam por prejudicar a produtividade das aves, principalmente, devido ao manejo sanitário realizado indevidamente, provocando o aumento da mortalidade e morbidade nos aviários.

1.2.3 Principais materiais utilizados na cama de frango

O crescimento acentuado da avicultura de corte, tem suscitado preocupações, quanto à disponibilidade de materiais para o preparo da cama de frango. Assim, na ausência de quantidades suficientes desses materiais no local de produção, é necessário adquiri-los de outras regiões, o que eleva os custos de produção (LIMA et al., 2018).

A cama de frango proporciona conforto e melhora o desempenho produtivo e a qualidade da carcaça das aves, para isso, a escolha do material é determinante, a fim de garantir o sucesso da atividade. A granulometria e os diferentes materiais de cama, apresentam distintas capacidades na retenção de água, pois, a cama com granulometria menor, retém menos do que aquelas com granulometria maior (REIS; RODRIGUES; LEITÃO, 2009).

Tradicionalmente a maravalha e a serragem eram comumente os materiais mais utilizados como matéria prima para cama de frangos, podendo ser utilizado todos os tipos de madeira, desde que não contenham produtos químicos, pregos, ferros e outros materiais que possam prejudicar o desempenho das aves, com a escassez, o maior valor agregado ao produto e a dificuldade na sua obtenção, houve a necessidade de substituí-la por outros materiais, no qual alguns produtores dependiam de fornecedores distantes, o que fazia com o que os preços aumentassem, elevando assim, os custos de produção (DE AVILA et al., 2007; DE AVILA et al., 2008; GARCIA et al., 2013).

Todavia, à diversidade de materiais no mercado é grande como: areia, sabugo de milho triturado, casca de arroz, casca de amendoim, casca de café, casca de feijão, feno de gramíneas, rama de mandioca, resíduo do beneficiamento industrial da madeira, resíduos das indústrias de cana-de-açúcar e de palhadas de culturas em geral (TEIXEIRA et al., 2015). Portanto, trabalhos foram desenvolvidos para avaliar diferentes tipos de materiais de cama e os resultados apontaram potencialidade de uso com efeito positivo sobre o desempenho das aves (Quadro 1.2).

Segundo Torok et al. (2009) o tipo de material de cama pode influenciar a colonização e o desenvolvimento da microbiota cecal em frangos. No qual as alterações induzidas pela cama na microbiota intestinal, podem reduzir parcialmente o desempenho das aves, durante a fase inicial e de crescimento. Neste contexto, a escolha do material de cama, pode ter um papel importante na saúde intestinal das aves.

De acordo com Sonoda (2011), o feno das gramíneas que são empregadas para pastagem é considerado de boa disponibilidade, pois facilmente podem ser produzidas, é um material que apresenta boa absorção de umidade, tem grande capacidade de amortecimento, proporcionando conforto as aves.

Entre as gramíneas mais produtivas, destaca-se o capim elefante, pois, cresce consideravelmente, e apresenta grande produtividade por área, a produção dessa

forageira em regiões produtoras de frangos de corte, pode ser uma boa opção para ser utilizada como cama para o aviário (GEWEHR et al., 2010).

Quadro 1.2 Trabalhos realizados com diferentes tipos de cama na produção de frangos de corte

Autores	Período (dias)	Variáveis Estudadas	Efeitos observados
Araújo et al. (2007)	1- 42	Desempenho produtivo	Casca de arroz, bagaço de cana e maravalha podem ser usados como cama para criação de frangos de corte, ficando a critério do produtor a sua escolha
Refatti et al. (2009)	1 - 42	Lesões (calo de peito e coxim plantar)	Maravalha e serragem não afetaram as lesões no peito. No entanto, a cama de maravalha causou maior incidência de lesões no coxim plantar
Santos (2009)	1 – 42	Desempenho zootécnico das aves.	A cama de casca de café não afetou o desempenho dos frangos de corte.
Lucca et al. (2012)	1 - 42	Desempenho produtivo	Aves alojadas em cama de maravalha tratada com sulfato de alumínio, apresentaram piores resultados na conversão alimentar. A mortalidade foi maior onde a cama não recebeu tratamento
De oliveira et al. (2015)	1 - 42	Desempenho e lesões na carcaça	Cama de Capim-elefante não afetou o desempenho produtivo e os escores de lesões na carcaça de frangos de corte

A casca de arroz é um resíduo encontrado em moinhos de beneficiadores de arroz, sendo um material que pode apresentar restrição para uso, relacionado principalmente ao tamanho de partícula que é pequeno, podendo ser ingerido facilmente pelas aves, e, conseqüentemente, diminuir a ingestão de ração (SONODA, 2011).

De acordo com Garcia et al. (2012), a maravalha é a melhor escolha de material de cama para produção de frangos de corte. Contudo, os autores ressaltaram a necessidade da utilização de outras fontes alternativas, com o objetivo de atender

demandas futuras. Al-Homidan et al. (2017) afirmaram que as folhas de palmeira picadas é um bom material de cama, podendo substituir a maravalha na produção comercial de frangos de corte.

A cama de frango quando devidamente manejada e tratada após o final do ciclo produtivo pode ser reutilizada. A troca total da cama a cada novo lote seria o ideal, no aspecto de proteção e da saúde animal e humana, porém do ponto de vista ambiental, pode trazer impactos ao meio ambiente (MIGLIORANZA, 2011). Diniz et al. (2015) também afirmaram que a cama reutilizada não prejudica o desempenho de frangos de corte, mas para a cama ser reutilizada deve ser proveniente de lotes saudáveis e tratada antes do uso, o que evita, que a cama atue como vetor de bactérias patogênicas.

Traldi et al. (2009) avaliaram o desempenho produtivo de frangos de corte alimentados com ração contendo probiótico e criados sobre cama de maravalha nova, ou reutilizada e verificaram que os frangos criados na cama reutilizada por três e quatro ciclos de criação sem a adição de probiótico, não prejudicou o desempenho, a cama reutilizada a partir do 3º ciclo permitiu maior ganho de peso às aves.

De Avila et al. (2008) testaram cama reutilizados até o sexto lote na criação de frangos de corte (casca de arroz, sabugo de milho, capim-Cameron, resto da cultura da soja, resto da cultura do milho e serragem), verificaram que os maiores pesos foram obtidos no quinto e sexto lote, o maior consumo de ração, no quinto lote e concluíram que os materiais, podem substituir a maravalha e que apresentaram alto valor em minerais, com vantagens na adubação de culturas.

Diniz et al. (2014) avaliaram o efeito da temperatura do ambiente de criação e da cama nova ou reutilização de maravalha sobre o desempenho de frangos de corte, rendimento de carcaça e a qualidade físico-química da carne de peito e observaram que a cama reutilizada de primeiro lote tratada com cal, pode ser utilizada na produção de frango de corte sem ocasionar prejuízos ao sistema de produção, a reutilização da cama é desejável do ponto de vista econômico e de produção sustentável.

1.2.4 Função e qualidade do material a ser utilizado como cama de frango

A qualidade da cama é uma preocupação na produção de frangos de corte, pois afeta o desempenho, a saúde, a qualidade da carcaça e o bem-estar das aves (GARCÊS et al., 2013). Características da cama, como pH e umidade, podem mudar

em função das práticas de manejo, ambiente de criação, densidade populacional, material utilizado, altura da cama, sanidade das aves, tipo de bebedouro e dieta (CARVALHO et al., 2014).

As principais funções do material da cama é absorver, liberar a umidade, diluir as excretas que caem sobre a cama e propiciar conforto as aves. A capacidade da cama em absorver a umidade e de liberar essa umidade por meio da evaporação é importante, de maneira que o tamanho da partícula, pode ser o fator principal no que se refere à escolha do material, já que isso afeta a retenção e a dispersão da umidade (SHEPHERD et al., 2017).

Neste contexto, Shepherd et al. (2017) afirmaram que a palha de arroz e a casca de amendoim apresentaram as melhores capacidades de remoção de umidade. A capacidade da cama de absorver água é crucial para o controle da umidade em galpões de frangos de corte, o que evidencia, que partículas menores têm uma maior relação área-massa do que partículas maiores, auxiliando na secagem do material.

Da mesma forma, De Carvalho et al. (2011) concluíram que a cama constituída de casca de café e palha de arroz apresentaram melhores qualidades em termos de pH (5,7 e 5,6) e umidade (25,6 e 26,5), respectivamente, pelo tipo de material utilizado, além de valores de acordo com os limites ideais para a produção de frangos de corte, que segundo Sonoda et al. (2011) o pH deve ficar abaixo de 7,0.

Estas colocações corroboram com Carr et al. (1990), que afirmaram que a umidade da cama acima de 30%, aumenta a concentração de amônia, sendo que valores de pH abaixo de 7,5, produzem pouca amônia, pois a concentração de amônia aumenta com o aumento do pH. Segundo Dai Pra et al. (2009) o teor ideal de umidade da cama deve ficar em torno de 22%.

Além do tamanho da partícula, a espessura tem relação direta com a umidade, segundo Shao et al. (2015) a umidade da cama e o teor de amônia no ar diminuiu com o aumento da espessura da cama (4, 8, 12 e 16 cm), os autores observaram que ao aumentar a espessura da cama, ocorreu maior crescimento dos frangos, o que indica que a espessura da cama tem efeito positivo sobre o desempenho e bem-estar das aves.

1.2.5 Manejo da cama de frango

A cama de frango é definida como a combinação do material de cama, com excrementos, penas, ração e água desperdiçada, sua espessura varia de 5 a 10 cm (RITZ et al., 2009; LUCCA et al., 2012) ou até 15 cm, dependendo da região e época do ano (OVIEDO-RONDÓN et al., 2008).

A cama de frango, é composta de altas concentrações de materiais orgânicos, sendo assim, necessário um manejo adequado, associado ao manejo ambiental (ventilação, nebulização), da densidade, bebedouros e comedouros, onde o manejo deve ocorrer diariamente para misturar todo conteúdo presente na cama, retirando-se as partes úmidas, a fim de evitar a compactação proveniente do excesso de umidade, prevenir a formação de calo no coxim plantar e diminuir a produção de gases dentro do aviário (BARACHO et al., 2013).

No Brasil existem vários métodos de manejo da cama para reduzir e controlar a carga microbológica, sem a realização desse manejo, não se recomendam seu uso em outro lote de criação, o manejo mais utilizado é a fermentação por lona, que pode ser realizado de duas maneiras, em leira ou plana (SILVA, 2011).

A fermentação plana, consiste em espalhar a lona por todo o piso do aviário cobrindo a cama, deve-se vedar as laterais da lona, para que não haja entrada de ar e comprometa a fermentação. Na fermentação em leira, é necessário que a cama seja afastada das paredes para o centro do galpão, formando leiras que devem medir no mínimo um metro de altura. O processo de fermentação da cama em leira e plana deve compreender o período de 10 a 12 dias (SILVA, 2011).

Assim, o manejo da cama é essencial na produção de frangos de corte, sendo responsabilidade dos produtores, pois, o manejo melhora a saúde e o crescimento dos frangos. As condições da cama influenciam o desempenho das aves, tal como o consumo de ração, o ganho de peso e os lucros dos produtores e integradores (EKO et al., 2014).

Contudo, Taboosha, (2017) afirmaram que a baixa qualidade da cama pode ter um impacto negativo na saúde e no desempenho das aves. A cama úmida ou compactada pode levar a níveis elevados de amônia, aumento da incidência de pododermatite e do número de organismos patogênicos, incluindo bactérias, vírus, coccídeos, vermes intestinais e fungos.

1.2.6 Densidade populacional

Densidade de criação é definida como a massa corporal (kg) ou número de aves por metros quadrado (m^2). O objetivo da alta densidade é aumentar a produtividade e a lucratividade em um curto período de tempo. No entanto, criações em alta densidade podem diminuir o crescimento individual das aves, além de comprometer o bem-estar (HENRIQUE et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2014).

Na indústria de frangos de corte, há uma preocupação com o efeito de altas densidades no bem-estar das aves. Este tipo de manejo é considerado um fator de estresse, especialmente durante as semanas finais do período de criação, quando o peso corporal por unidade de área é alto (SKOMORUCHA et al., 2009).

Todavia, o aumento da densidade de aves por metros quadrados, necessita de um maior controle ambiental dentro das instalações, pois o excesso de aves, pode ocasionar o aumento da produção de calor, dificultar a movimentação do ar e aumentar a temperatura ambiental na altura das aves, e como consequência, provocar a redução do ganho de peso, aumento da taxa de mortalidade e doenças associadas à baixa qualidade do ar, como é o caso de problemas respiratórios (MOREIRA et al., 2004).

Neste contexto, pensando no bem-estar das aves, no ano de 2007, o Conselho da União Europeia, publicou a Directiva 43/2007/CE, determinando que a densidade máxima numa instalação avícola, nunca exceda 33 kg/m^2 , a menos que medidas para manutenção da qualidade do ambiente sejam tomadas, podendo então, a densidade chegar até 39 kg/m^2 (DIRECTIVA, 2007), recomendação também citada pela Associação Brasileira de Proteína Animal, que recomenda que a densidade máxima de frango de corte não ultrapasse 39 kg/m^2 (PROTOCOLO, 2018).

Moreira et al. (2004) verificaram que o aumento da densidade populacional (10 a 16 aves/m^2) causou redução no ganho de peso, principalmente na fase final de criação, sem efeito para os rendimento de carcaça, cortes nobres, os parâmetros de qualidade da carne, como perda de peso por cocção, força de cisalhamento e pH e concluíram que o aumento da densidade promoveu maior produção, o que pode possibilitar maiores incrementos na renda bruta do produtor.

Em estudo semelhante, Tong et al. (2012) observaram que aos 28 (25, 35 e 45 aves/m^2 - 1 a 28 dias) e aos 42 (12,5, 17,5 e 22,5 aves/m^2 - 29 a 42 dias) dias de idade, o peso corporal foi reduzido em 11,38 e 6,17%, respectivamente, com o aumento da densidade populacional. No entanto, Ravindran et al. (2006) verificaram que a densidade populacional não promoveu efeito no ganho de peso e no consumo

de ração das aves aos 28 e 35 dias. Segundo Buijs et al. (2009) o aumento da densidade (6, 15, 23, 33, 35, 41, 47 e 56 kg/m²) afetou negativamente a saúde das pernas, coxim plantar e os joelhos dos frangos de corte.

De acordo com Cengiz et al. (2012), altas densidades têm relação com a incidência de pododermatite em frangos de corte, o que também foi relatado por Mendes et al. (2012), que afirmaram que altas densidades de alojamento afeta a intensidade de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar das aves.

1.2.7 Problemas de pododermatite

Pododermatite são lesões na pele, predominantes na superfície do coxim plantar das aves. A medida que a pododermatite se desenvolve, as lesões rapidamente se tornam mais severas e doloridas, devido a infecções secundárias, com bactérias que se originam do excremento das aves ou do ambiente (HASHIMOTO et al., 2013).

Segundo Bilgili et al. (2009) o tipo, quantidade e a qualidade do material da cama, podem contribuir com o surgimento da pododermatite, e que materiais de cama como lascas de madeira que apresentam tamanho de partículas grandes, palha picada com pontas afiadas, contribuem para o surgimento da pododermatite, por meio de sua ação abrasiva, por provocar ferimentos, o que permite a ação de bactérias.

Os pés de frango são altamente apreciados na culinária Japonesa, chinesa e do Sudeste Asiático, dessa maneira, a pododermatite pode levar a uma perda econômica significativa, pois dentre os cortes que são comercializados para o exterior, os pés têm alto valor de mercado, ficando atrás apenas do peito e asa (CRISTO et al, 2017; TAIRA et al., 2014).

Alguns estudos vêm mostrando que a alta densidade de alojamento, tem inteira relação com as incidências da pododermatite nos frangos de corte, principalmente em função da qualidade de cama. Lunedo et al. (2014) avaliaram o efeito de diferentes densidades de alojamento (11,07 e 13,21 aves/m²) sobre lesões de pododermatite em frangos de corte e observaram que o aumento da densidade de alojamento, foi crucial para maior ocorrências de lesões por pododermatite em frangos de corte, e que existe uma correlação entre as lesões e o aumento da umidade da cama.

Do mesmo modo, Cristo et al. (2017) afirmaram que o aumento da densidade de alojamento prejudica as características ósseas e leva a maior incidência de condenações por pododermatite ao abate, os autores também verificaram que o

aumento na densidade de alojamento, resultou em maior incidência de lesões graves no coxim plantar. Neste sentido, o controle da pododermatite pode desempenhar um papel importante na redução das condenações dos pés de frango de corte, melhorando o peso vivo, o deslocamento, desempenho e o bem-estar (HASHIMOTO et al., 2013).

Portanto, a intensificação do controle da pododermatite pela indústria avícola é também uma forma de controlar o bem-estar das aves e obter maior lucratividade, pois o surgimento da pododermatite nas aves, é em função do manejo que esses animais passaram durante o ciclo de produção.

1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**, 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>> Acessado: 21/10/2018.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. D.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F. R. F.; SILVA, V. S. Evaluation of litter material and ventilation systems in poultry production: I. overall performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 256, p. 1364-1371, novembro, 2011.

ABREU, Valéria Maria Nascimento; ABREU, Paulo Giovanni de. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 256, p. 1-14, 2011.

ABUDABOS, A. M.; SAMARA, E. M.; HUSSEIN, E. O.; AL-GHADI, M. A. Q.; AL-ATIYAT, R. M. Impacts of stocking density on the performance and welfare of broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, Italia, v. 12, n. 1, p.11, 2013.

AL-HOMIDAN, I.; FATHI, M. M.; AL-SHUMAYMIRI, A. Chopped palm leaves as an acceptable bedding material for broiler production. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 27, n. 1, p. 59-64, 2017.

ARAÚJO, J. S.; OLIVEIRA, V.; BRAGA, G. C. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v. 8, n. 1, p. 59-64, 2007.

BARACHO, M. S; CASSIANO, J. A; NÄÄS, I. A; TONON, G. S; GARCIA, R. G; ROYER, A. F. B; MOURA, D. J; SANTANA, M. R. Ambiente interno em galpões de frango de corte com cama nova e reutilizada. **Agrarian**, Grande Dourado, v. 6, n. 22, p. 473-478, 2013.

BILGILI, S. F., HESS, J. B., BLAKE, J. P., MACKLIN, K. S., SAENMAHAYAK, B., & SIBLEY, J. L. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 18, n. 3, p. 583-589, 2009.

BRITO, D. A. P.; BRITO, D. R. B.; GOMES, A. M. N.; DOS SANTOS CUNHA, A.; SILVA FILHO, U. A.; PINHEIRO, A. A. Desempenho produtivo e rendimento de carcaça de frangos criados em diferentes materiais de cama aviária. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v. 17, n. 2, p. 192-197, 2016.

BUIJS, S.; KEELING, L.; RETTENBACHER, S.; VAN POUCKE, E.; TUYTTENS, F. A. M. Stocking density effects on broiler welfare: Identifying sensitive ranges for different indicators. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 8, p. 1536-1543, 2009.

CARR, L. E.; WHEATON, F. W.; DOUGLASS, L. W. Empirical models to determine ammonia concentrations from broiler chicken litter. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, Estados Unidos, v. 33, n. 4, p. 1337-1342, 1990.

CARVALHO, C. M. C.; LITZ, F. H.; FERNANDES, E. A.; SILVEIRA, M. M.; MARTINS, J. D. S.; FONSECA, L. A.; ZANARDO, J. A. Litter characteristics and pododermatitis incidence in broilers fed a sorghum-based diet. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 291-296, 2014.

CASTILHO, V. A. R.; GARCIA, R. G.; LIMA, N. D. S.; NUNES, K. C.; CALDARA, F. R., NÄÄS, I. A.; JACOB, F. G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento/welfare of laying hens in different densities of housing. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 2, p. 122-131, 2015.

CATALAN, A. D. S.; GOPINGER, E.; PERONDI, D.; ROLL, V. F. B.; DE AVILA, V. S. Lesão por pododermatite em frangos de corte alojados em diferentes densidades. In: **Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONFERÊNCIA FACTA, 2014, Atibaia. [Anais...] Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2014. 1 CD-ROM., 2014.

CENGIZ, Ö.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F. Effect of bedding type and transient wetness on footpad dermatitis in broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 20, n. 4, p. 554-560, 2012.

CRISTO, A. B. D.; SCHIMIDT, J. M.; PERINI, R.; MORA, M.; MARQUES, P. F. D. S.; SANTOS, A. L. D.; FERNANDES, J. I. M. Efeito da densidade de alojamento sobre a incidência de pododermatite e características ósseas de frangos de corte criados em aviários Dark House. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 18, n. 1, p. 161-173, 2017.

DAI PRA, M. A.; KUNDE CORRÊA, É.; ROLL, V. F.; GONÇALVES XAVIER, E.; NICHELLE LOPES, D. C.; FERNANDES LOURENÇO, F.; ZANUSSO J. T.; PICCINI ROLL, A. Uso de cal virgem para o controle de Salmonella spp. e Clostridium spp. em camas de aviário. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1189-1194, 2009.

DE AVILA, V. S.; ABREU, V. M. N.; DE FIGUEIREDO, E. A. P.; OLIVEIRA, U. D. Boas práticas de produção de frangos de corte. **Embrapa Suínos e Aves-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2007.

DE AVILA, V. S.; DE OLIVEIRA, U.; DE FIGUEIREDO, E. A. P.; COSTA, C. A. F.; ABREU, V. M. N.; ROSA, P. S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 273-277, 2008.

DE CARVALHO, T. M. R.; DE MOURA, D. J.; DE SOUZA, Z. M.; DE SOUZA, G. S.; DE FREITAS BUENO, L. G. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 4, p. 351-361, 2011.

DE OLIVEIRA, M. C.; GONÇALVES, B. N.; PÁDUA, G. T.; DA SILVA, V. G.; DA SILVA, D. V.; FREITAS, A. I. Treatment of poultry litter does not improve performance or carcass lesions in broilers. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, Colômbia, v. 28, n. 4, p. 331-338, 2015.

DEMIRULUS, H. The effect of litter type and litter thickness on broiler carcass traits. **International Journal of Poultry Science**, Champaign, v. 5, n. 7, p. 670-672, 2006.

DINIZ, T. T.; DE MELLO, J. L. M. Efeito da temperatura ambiente e reutilização da cama na qualidade da carne de frangos de corte. **Revista CES Medicina Veterinária y Zootecnia**, Colômbia, v. 9, n. 2, p. 218-226, 2014.

DINIZ, T. T.; DE MELLO, J. L. M.; GRANJA-SALCEDO Y. T. Revisão: Temperatura do ambiente e reutilização da cama no desempenho e qualidade da carne de frango. **Ciência & Tecnologia Fatec-JB**, Jaboticabal, v. 7, n. 1, 2015.

DIRECTIVA 2007/43/CE do Conselho, de 28 de junho de 2007, relativa ao estabelecimento de regras mínimas para a proteção dos frangos de carne (Texto relevante para efeitos do EEE) disponível em: <<http://data.europa.eu/eli/dir/2007/43/oj>>. Acesso: 03/11/2018.

EKO, P. M.; UDOH, U. H.; EDEM, I. D. Contributions of Different Litter Levels on Birds' Performance, Quality of Poultry Droppings on Soil Nutrients and Percent Seed Emergence of Cowpea (*Vigna unguiculata*) in Acid Sand. **International Journal of Agriculture and Forestry**, Estados Unidos, v. 4, n. 2, p. 73-77, 2014.

FREITAS, L. W.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R. VOLATILIZAÇÃO DE amônia em diferentes tipos de cama para frangos de corte/volatilization of ammonia in different types of broiler litter. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 5, n. 3, p. 142-151, 2011.

GARCÊS, A.; AFONSO, S. M. S.; CHILUNDO, A.; JAIROCE, C. T. S. Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 1. Litter characteristics and quality. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 22, n. 2, p. 168-176, 2013.

GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. D. L. A.; CALDARA, F. R.; DE ALENCAR NAAS, I.; FREITAS, L. W., BORILLE, R.; ROYER, A. F. B.; SPINDOLA, N. F. Alternativas para a composição de cama de frango. **Agrarian**, Grande Dourado, v. 6, n. 19, p. 81-89, 2013.

GARCÍA, R. G.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; FERREIRA, V. M. O. S. Selecting the most adequate bedding material for broiler production in Brazil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 121-127, 2012.

GEWEHR, C. E; FOLLMANN, D. D; ROSNIECEK, M; COSTENARO, J; PAGNO, G. Rendimento do capim elefante com adubação orgânica para uso em cama de aviário. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.5, n. 1, p. 32-36, 2010.

GOLDFLUS, F.; ARIKI, J.; KRONKA, S. D. N.; SAKOMURA, N. K.; DE MORAES, V. M. B. Efeitos de diferentes densidades populacionais nas estações fria e quente do ano sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 948-954, 1997.

GOPINGER, E.; AVILA, V. S. D.; PERONDI, D.; CATALAN, A. A. D. S.; KRABBE, E. L.; ROLL, V. F. B. Performance, carcass characteristics and litter moisture in broilers housed at two densities. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 37, n. 1, p. 35-39, 2015.

HASHIMOTO, S.; YAMAZAKI, K.; OBI, T.; TAKASE, K. Relationship between severity of footpad dermatitis and carcass performance in broiler chickens. **Journal of Veterinary medical Science**, Tóquio, v. 75, n. 11, p. 1547-1549, 2013.

HENRIQUE C. D. S.; FRÓES G. O. A.; SILVA, F. T.; SANTOS, S. E.; FINOTTI, F. R. M.; B., DE FREITAS, A.; A.; Garcia E. R. M.; GIUSTI, B L. D. Effect of stocking density on performance, carcass yield, productivity, and bone development in broiler chickens Cobb 500®. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 4, p. 2705-2718, 2017.

JACOB, F. G.; BARACHO, M. S.; NÄÄS, I. A.; SALGADO, D. A.; SOUZA, R. Incidence of Pododermatitis in Broiler Reared under Two Types of Environment. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 247-254, 2016.

LIMA, R. C.; FREITAS, E. R.; GOMES, H. M.; CRUZ, C. E. B.; FERNANDES, D. R. Performance of broiler chickens reared at two stocking densities and coir litter with different height. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 49, n. 3, p. 519-528, 2018.

LOCH, F. C.; OLIVEIRA, M. C. D.; SILVA, D. D.; GONÇALVES, B. N.; FARIA, B. F. D.; MENEZES, J. F. S. Quality of poultry litter submitted to different treatments in five consecutive flocks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 1025-1030, 2011.

LUCCA, W.; CECCHIN, R.; TIMBOLA, E.; GRADIN, J.; LUCCA, M. S. Efeito de diferentes tratamentos químicos em cama para aves de corte. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 4, n. 1, p. 25-31, 2012.

LUNEDO, R.; PERONDI, D.; DE SOUZA, F. A.; MACARI, M.; DE AVILA, V. S. Análise multivariada do efeito de diferentes densidades de alojamento sobre lesões podais em frangos de corte. In: **Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 15.; SEMINÁRIO TÉCNICO CIENTÍFICO DE AVES E SUÍNOS; FEIRA DA INDÚSTRIA LATINO-AMERICANA DE AVES E SUÍNOS, 2014, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Gessulli, 2014. AVESUI 2014.

MEDEIROS, R.; SANTOS, B. J. M.; FREITAS, M.; SILVA, O. A.; FERREIRA ALVES, F.; FERREIRA, E. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2321-2326, 2008.

MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia/Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, v. 40, n. suplemento especial, p. 352-357, 2011.

MENDES, A. S.; PAIXÃO, S. J.; MAROSTEGA, J.; RESTELATTO, R.; OLIVEIRA, P. A. V.; POSSENTI, J. C. Mensuração de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar em frangos de corte. **Archivos de zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 234, p. 217-228, 2012.

MENDES, A. S.; PAIXÃO, S. J.; RESTELATTO, R.; REFFATTI, R.; POSSENTI, J. C.; DE MOURA, D. J.; Morello G. M. Z.; DE CARVALHO, T. M. R. Effects of initial body

weight and litter material on broiler production. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 165-170, 2011.

MIGLIORANZA, S. G. **Influência da reutilização da cama aviária na condenação ao abate de frangos de corte**. Monografia - Universidade Tuiuti do Paraná, Cascavel. p. 39, 2011.

MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; ROÇA, R. D. O.; GARCIA, E. A.; NAAS, I. D. A.; GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L. D. A. Efeito da densidade populacional sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1506-1519, 2004.

MORTARI, A. C.; PIRES ROSA, A.; ZANELLA, I.; BERETTA NETO, C.; VISENTINI, P. R.; PADILHA BRITES, L. B. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais, no inverno, no sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 493-497, 2002.

OLIVEIRA, F. G. A.; GIUSTI, B. L. D.; NUNES, M. E.; DE MORAES, G. E. R.; MONTEIRO, A. C.; CARNEIRO, DE P. L. M.; POZZA P. C.; PAGLIARE, S. C. Efeito da densidade de criação e do grupo genético sobre a composição mineral e desenvolvimento de ossos longos de frangos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 1023-1034, 2014.

OLIVEIRA, M. D.; ALMEIDA, C. V.; ANDRADE, D. O.; RODRIGUES, S. M. M. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 951-954, 2003.

OLIVEIRA, R. D.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. D.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 797-803, 2006.

OVIEDO-RONDÓN, E. O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. suplemento especial, p. 239-252, 2008.

PROTOCOLO de bem-estar de frangos de corte. 2016. ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/protocolo_de_bem-estar_para_frangos_de_corte_2016.pdf> Acesso: 28/11/2018.

RAVINDRAN, V.; THOMAS, D. V.; THOMAS, D. G.; MOREL, P. C. Performance and welfare of broilers as affected by stocking density and zinc bacitracin supplementation. **Animal Science Journal**, Japão, v. 77, n. 1, p. 110-116, 2006.

REFATTI, R.; RESTELATTO, R.; ZIELINSKI, R. P.; PAIXÃO, S. J.; MENDES, A. S. Tipos de cama e pesos iniciais ao alojamento sobre os parâmetros de umidade da cama e de incidências de lesões em frangos de corte. Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária-Ciências Agrárias Animais e Florestais. 2009, Paraná. **Anais**. Paraná: UTFPR - Campus Dois Vizinhos. 2009.

REIS, H.; RODRIGUES, E.; LEITÃO, R. Avaliação de diferentes tipos de cama na criação de frangos de corte. In: II SEMINÁRIO INICIAÇÃO CIENTÍFICA – IFTM, 2009, Uberaba, **Anais...** FTM-Campus Uberaba, p.1-3, 2009.

RITZ, Casey W.; FAIRCHILD, Brian D.; LACY, Michael P. Litter quality and broiler performance. University of Georgia, p. 1-7, 2009.

ROCHA, J. S. R.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C. Produção e bem-estar animal-aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Recife, v.11, p. 49-55, 2008.

SANTOS, C. R. **Cama de casca de café tratada com condicionadores químicos e sua influência na qualidade do coxim plantar de frangos de corte**. 2009. 66-69 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

SCHIASSI, L.; YANAGI JÚNIOR, T.; FERRAZ, P. F.; CAMPOS, A. T.; SILVA, G. E.; ABREU, L. H. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 3, p. 390-396, 2015.

SHAO, D.; HE, J.; LU, J.; WANG, Q.; CHANG, L.; SHI, S. R.; BING, T. H. Effects of sawdust thickness on the growth performance, environmental condition, and welfare quality of yellow broilers. **Poultry science**, Champaign, v. 94, n. 1, p. 1-6, 2015.

SHEPHERD, E. M.; FAIRCHILD, B. D.; RITZ, C. W. Alternative bedding materials and litter depth impact litter moisture and footpad dermatitis. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 26, n. 4, p. 518-528, 2017.

SHEPHERD, EM.; FAIRCHILD, BD. Footpad dermatitis in poultry. **Poultry science**, Champaign, v. 89, n. 10, p. 2043-2051, 2010.

SILVIA, V. S. Estratégia para reutilização da cama de aviário. EMBRAPA Suínos e Aves, 2011.

SIMITZIS, P. E.; KALOGERAKI, E.; GOLIOMYTIS, M.; CHARISMIADOU, M. A.; TRIANTAPHYLLOPOULOS, K.; AYOUTANTI, A.; HAGER-THEODORIDES A. L.; DELIGEORGIS, S. G. Impact of stocking density on broiler growth performance, meat characteristics, behavioural components and indicators of physiological and oxidative stress. **British poultry science**, Nova Zelândia, v. 53, n. 6, p. 721-730, 2012.

SKOMORUCHA, I.; MUCHACKA, R.; SOSNÓWKA-CZAJKA, E.; HERBUT, E. Response of broiler chickens from three genetic groups to different stocking densities. **Annals of Animal Science**, v. 9, n. 2, p. 175-184, 2009.

SONODA, L. T. **Reutilização de camas de frango utilizando conceitos de compostagem**. 2011. p 91. Dissertação (mestrado em construções rurais e ambiência) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

TABOOSHA, M. Effect of Reusing Litter on Productive Performance, Carcass Characteristics and Behavior of Broiler Chickens. **International Journal of Environment**, Teerã, v. 6 n. 2, p. 61-69, 2017.

TAIRA, K.; NAGAI, T.; OBI, T.; TAKASE, K. Effect of litter moisture on the development of footpad dermatitis in broiler chickens. **Journal of Veterinary Medical Science**, Tóquio, v. 76, n. 4, p. 583-586, 2014.

TEIXEIRA, A. S.; DE OLIVEIRA, M. C.; MENEZES, J. F.; GOUVEA, B. M.; TEIXEIRA, S. R.; GOMES, A. R. Poultry litter of wood shavings and/or sugarcane bagasse: animal performance and bed quality. **Revista Colombiana de Ciências Pecuarias**, Colômbia, v. 28, n. 3, p. 238-246, 2015.

TONG, H. B.; LU, J.; ZOU, J. M.; WANG, Q.; SHI, S. R. Effects of stocking density on growth performance, carcass yield, and immune status of a local chicken breed. **Poultry science**, Champaign, v. 91, n. 3, p. 667-673, 2012.

TOROK, V. A.; HUGHES, R. J.; OPHEL-KELLER, K.; ALI, M.; MACALPINE, R. Influence of different litter materials on cecal microbiota colonization in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 12, p. 2474-2481, 2009.

TRALDI, A. B.; DE OLIVEIRA, M. C.; RIZZO, P. V.; DE MORAES, V. M. B. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com ração

contendo probiótico e criados sobre cama nova ou reutilizada. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v. 10, n. 1, p. 107-114, 2009.

UBA. Associação Brasileira de Avicultura. Protocolo de boas práticas de produção de frangos, 2008. Disponível em: <https://www.avisite.com.br/legislacao/anexos/protocolo_de_boas_praticas_de_producao_de_frangos.pdf> Acesso: 30/11/2018.

**CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE
CORTE CRIADOS SOBRE DOIS TIPOS DE CAMA E DUAS
DENSIDADES**

Artigo editado de acordo com as normas de publicação da Revista Semina Ciências Agrárias.

CAPÍTULO 2 - DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS SOBRE DOIS TIPOS DE CAMA E DUAS DENSIDADES

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho e a qualidade de carne de frangos de corte, criados sobre dois tipos de cama e duas densidades. Foram utilizados 216 pintos de corte, mistos, de um dia de idade, da linhagem Cobb 500[®], com peso inicial médio de $54 \text{ g} \pm 3,37 \text{ g}$, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 2x2, dois tipos de cama (maravalha e palha de arroz) e duas densidades (24 e 30 kg/m²), com quatro tratamentos (cama de palha de arroz e 24 kg/m², cama de palha de arroz e 30 kg/m², cama de maravalha e 24 kg/m² e cama de maravalha e 30 kg/m²) e seis repetições. Foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar, o rendimento de carcaça, os rendimentos de cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito), os parâmetros sanguíneos (triglicérides, colesterol, glicose, as enzimas alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), as proteínas totais e albumina), os pesos relativos das vísceras comestíveis (coração, fígado e moela), os órgãos imunes (Bursa de Fabrícus e Baço), o peso e o comprimento do intestino delgado, a gordura abdominal, a coloração da carne do peito (L^* = luminosidade, a^* = vermelho, b^* = amarelo), o pH, perda de peso por descongelamento, perda de peso por cocção e a força de cisalhamento. Observou-se que os tipos de cama não influenciaram o consumo de ração, o ganho de peso e o peso corporal das aves. Havendo efeito sobre a conversão alimentar. As diferentes densidades influenciaram o consumo de ração e o ganho de peso, sem efeito para a conversão alimentar e o peso corporal. Houve interação entre a cama e a densidade para o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o peso corporal aos 42 dias de idade. Os tipos de cama e as densidades não afetaram os rendimentos de carcaça, coxa e sobrecoxa, no entanto, houve efeito da densidade para o rendimento de peito. Os pesos relativos das vísceras comestíveis, os órgãos imunes, o peso e comprimento do intestino delgado, a qualidade da carne e os parâmetros sanguíneos, não foram influenciados pelos tratamentos, porém, o tipo de cama influenciou a gordura abdominal e a enzima aspartato aminotransferase (AST). Conclui-se que a cama de maravalha e a densidade de 24 kg/m², apresentaram os melhores resultados de desempenho para frangos de corte aos 42 dias de idade.

Palavras-chaves: Desempenho produtivo. Densidade de criação. Materiais de cama.

CHAPTER 2 - PERFORMANCE AND MEAT QUALITY OF BROILER CHICKENS REARED ON TWO DIFFERENT LITTER MATERIALS AND AT TWO STOCKING DENSITIES

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the performance and meat quality of broiler chickens reared on two different litter materials and at two stocking densities. A total of 216 one-day-old Cobb 500[®] broiler chicks of mixed sex with a mean initial weight of 54 ± 3.37 g were used. The chicks were allotted in a completely randomized design (CRD) in a 2x2 factorial arrangement: two litter materials (wood shavings and rice hulls) and two stocking densities (24 and 30 kg/m²), totaling four treatments (rice hulls and 24 kg/m², rice hulls and 30 kg/m², wood shavings and 24 kg/m² and wood shavings and 30 kg/m²) and six replicates. The following variables were evaluated: feed intake, weight gain, feed conversion, carcass yield and prime cuts (drumstick, thigh, and breast), blood plasma proteins (triglycerides, cholesterol, glucose, the enzymes alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), total proteins and albumin), edible viscera (heart, liver, gizzard), immune organs (bursa of Fabricius and spleen), intestine weight and length, abdominal fat, breast meat color (L^* = lightness, a^* = redness, b^* = yellowness), pH, weight loss defrosting, weight loss by cooking and shear force. The different litter materials did not influence feed intake, weight gain, and body weight but it affected the feed conversion. The different stocking densities influenced feed intake and weight gain, with no effect on feed conversion and body weight. There was an interaction between litter material and stocking density for feed intake, weight gain, feed conversion and body weight at 42 days of age. Litter materials and stocking densities did not affect the yields of carcass, drumstick, and thigh. However, there was an effect of stocking density on breast yield. The relative weight of the edible viscera, the immune organs, the weight and length of the small intestine, the meat quality and the blood parameters were not influenced by the treatments. However, the litter material influenced the abdominal fat and the enzyme aspartate aminotransferase (AST). The use of wood shavings as poultry litter at a stocking density of 24 kg/m² resulted in the best performance for broiler chickens at 42 days of age.

Keywords: Broiler performance. Litter materials. Stocking density.

Introdução

A avicultura industrial tornou-se a atividade mais desenvolvida do agronegócio brasileiro, o que favoreceu para que a carne de frango, tornasse uma das mais consumidas no Brasil. Esse desenvolvimento foi decorrente dos avanços ocorridos no melhoramento genético, na nutrição balanceada, na sanidade, no manejo e na ambiência. Outros fatores como a extensão territorial, para o cultivo de grãos, a implantação de tecnologias adequadas e o mercado consumidor interno, também contribuíram para o sucesso da atividade. Portanto, falhas na produção, podem prejudicar o desempenho das aves e, por consequência, aumentar os custos de produção (ALMEIDA et al., 2017; BOLAN et al., 2010; PESSOA et al., 2012).

Na produção de frangos de corte, o propósito dos produtores é aumentar o quilo de frango produzido por metro quadrado, evitar perdas, diminuir gastos com a aquisição de insumos e alcançar um retorno econômico satisfatório no final do ciclo produtivo (ABUDABOS et al., 2013). Em virtude disso, o aumento da densidade de alojamento, pode ser uma forma de aumentar o lucro das empresas e produtores, gerado pelo aumento do quilo de carne por metros quadrados (HENRIQUE et al., 2017).

No entanto, o efeito do aumento da densidade, ainda é preocupante, fato que pode comprometer a produtividade. Sendo que altas densidades, podem resultar na redução do desempenho, por afetar o bem-estar, além de ocasionar aumento da umidade da cama, o que pode prejudicar o deslocamento das aves (ZUOWEI et al., 2011).

Neste contexto, Lima et al. (2018) avaliaram o desempenho de frangos de corte, criados sob duas densidades (10 e 13 aves/m²) e verificaram que as aves criadas com densidade de 13 aves/m², consumiram menos ração e tiveram menor ganho de peso, no entanto, apresentaram melhor conversão alimentar, do que aves criadas na densidade de 10 aves/m². Os autores ressaltaram, que a redução do ganho de peso das aves criadas em maior densidade, está associada ao menor consumo de ração e, conseqüentemente, menor ingestão de nutrientes, devido a mobilidade das aves terem sido reduzida, a perda de energia para essa finalidade também diminuiu, e então foi direcionada para o ganho de peso, o que contribuiu para que a redução no ganho de peso, não comprometesse a conversão alimentar.

Todavia, além da densidade, o tipo de material utilizado como cama, também pode influenciar o desempenho das aves. A variedade de materiais é bastante ampla, como maravalha; palha de arroz; bagaço de cana; capim de diversas gramíneas e a casca de amendoim. Porém, a escolha do material a ser utilizado, depende em grande parte, da

disponibilidade do material no local, do preço, das características físicas e da logística para aquisição do produto (GARCIA et al., 2012; TOGHYANI et al., 2009).

Contudo, devido à escassez, o elevado preço de aquisição da maravalha e a indisponibilidade de materiais adequados, têm aumentado a busca por materiais alternativos, que possam ser utilizados como cama, sem comprometer o desempenho (KHERAVII et al., 2017). Desta forma, objetivou-se avaliar o desempenho e a qualidade de carne de frangos de corte criados sobre dois tipos de cama e duas densidades.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, localizado em Araguaína – TO, latitude 07° 11' 27'' S, longitude 48° 12' 22'' W e altitude 236, no período de 01 de julho a 12 de agosto de 2018. Executado de acordo com a Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT), protocolo nº 231001.001017/2018-89.

Foram utilizados 216 pintos de corte, mistos, de um dia de idade, da linhagem Cobb 500[®], com peso inicial médio de $54 \pm 3,37$ g. As aves foram homogeneizadas e os tratamentos distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial, dois tipos de cama (maravalha e palha de arroz) e duas densidades (24 e 30 kg/m²), com quatro tratamentos (cama de arroz e 24 kg/m², cama de arroz e 30 kg/m², maravalha e 24 kg/m² e maravalha e 30 kg/m²) e seis repetições.

As aves foram alojadas em galpão experimental, provido de 24 boxes, coberto com telhas sanduíches e cortinas laterais, manejadas de acordo com o comportamento das aves, cada box possuía um comedouro tubular e um bebedouro automático tipo copo. O manejo da cama foi realizado diariamente com o revolvimento total da cama, sempre nos horários compreendidos entre às 08:00 e às 09:00 da manhã. A espessura da cama adotada foi de 5 cm de altura. O abastecimento dos comedouros e a limpeza dos bebedouros foram realizados duas vezes por dia, visando garantir o livre acesso à água e as rações durante todo o período experimental.

Até o 14º dia de vida, as aves foram aquecidas artificialmente, utilizando-se lâmpadas incandescentes (60 W), instaladas no interior de todos os boxes. O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz, natural + artificial). As condições ambientais no interior das instalações, durante o período experimental, foram monitoradas e registradas diariamente a cada 30 minutos, utilizando-se Data Loggers da marca HOBO ware OnSet[®] Versão 3.4.1, colocados à meia altura dos boxes, possibilitando a obtenção dos valores médios da temperatura

do ar, da umidade relativa do ar e da temperatura de globo negro, sendo estes valores convertidos em ITGU (Índice de Temperatura Globo e Umidade), de acordo com Buffington et al. (1981).

As dietas foram calculadas considerando as exigências nutricionais das aves, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2017), nas fases de 1 a 7, de 8 a 21 e de 22 a 42 dias de idade (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 Composição nutricional das dietas para frangos de corte em diferentes fases de criação

Ingredientes	Fases de criação (dias)		
	1 a 7	8 a 21	22 a 42
Milho 7,88%	56,05	58,05	62,66
Farelo de Soja (45%)	37,18	34,45	30,55
Óleo de soja	2,11	3,09	3,46
Fosfato Bicálcico	1,82	1,67	1,17
Calcário	1,11	0,98	0,83
Sal comum	0,51	0,50	0,44
DL-Metionina	0,37	0,38	0,24
L-Lisina	0,31	0,34	0,20
L-Treonina	0,14	0,14	0,05
Suplemento mineral e vitamínico ^{1: 2}	0,40	0,40	0,40
Total	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada			
EM (kcal/kg)	2975	3050	3175
Proteína bruta (%)	22,20	20,80	19,57
Cálcio (%)	0,97	0,87	0,69
Fósforo Disponível (%)	0,46	0,41	0,33
Lisina Digestível (%)	1,3	1,25	1,06
Metionina + cistina Digestível (%)	0,96	0,92	0,79
Metionina Digestível (%)	0,65	0,64	0,50
Treonina Digestível (%)	0,86	0,82	0,70
Sódio (%)	0,22	0,21	0,20

¹Composição/tonelada fase inicial: Ácido Fólico 150,00 mg, Cobalto 178,00 mg, Cobre 2.675,00 mg, Colina 120,00 g, Colistina 2.000,00 mg, Ferro 11,00 g, Iodo 535,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 7.200,00 mg, Nicarbazina 24,00 g, Pantotenato de Cálcio 2.400,00 mg, Selênio 60,00 mg, Vitamina A 1.920.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 3.600,00 mg, Vitamina B2 1.200,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 360.000,00 UI, Vitamina E 3.600,00 UI, Vitamina H 18,00 mg, Vitamina K 480,00 mg, Zinco 22,00 g. ²Composição/tonelada fase de crescimento: Ácido Fólico 120,00 mg, Cobalto 179,00 mg, Cobre 2.688,00 mg, Colina 108,00 g, Ferro 11,00 g, Iodo 537,00 mg, Lincomicina 800,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 6.000,00 mg, Pantotenato de Cálcio 1.920,00 mg, Salinomicina 12,00 g, Selênio 54,00 mg, Umidade 80,00 g, Vitamina A 1.500.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 2.800,00 mg, Vitamina B2 960,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 300.000,00 UI, Vitamina E 3.000,00 UI, Vitamina H 20,00 mg, Vitamina K 480,00 mg, Zinco 22,00 g.

As variáveis avaliadas foram o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP), a conversão alimentar (CA), o rendimento de carcaça (RC), os rendimentos de cortes nobres

(coxa, sobrecoxa e peito), as proteínas plasmáticas do sangue (triglicerídeos, colesterol, glicose, as enzimas alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), as proteínas totais e a albumina), as vísceras comestíveis (coração, fígado, moela), os órgãos imunes (Bursa de Fabricius e Baço), o peso e o comprimento do intestino delgado, a gordura abdominal, a coloração da carne do peito (L^* = luminosidade, a^* = vermelho, b^* = amarelo), o pH, perda de peso por descongelamento, perda de peso por cocção e a força de cisalhamento.

As aves e as rações foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do GP e o CR. O CR foi calculado considerando a quantidade de ração fornecida e as sobras nos comedouros. A CA foi obtida pela razão entre o consumo de ração ingerido e o ganho de peso das aves, durante o período experimental.

Aos 42 dias de idade, duas aves de cada parcela, com peso corporal próximo ao da média da parcela ($\pm 5\%$), foram submetidas a jejum alimentar de 8 horas e abatidas por deslocamento cervical. Em seguida, foram submetidas aos procedimentos de sangria, escalda, depena e evisceração, para avaliação dos pesos das carcaças inteiras (com pés, pescoço e cabeça) e dos cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito).

As vísceras comestíveis, os órgãos imunes, a gordura abdominal e o intestino delgado foram coletados durante a evisceração, limpos, secos em papel toalha e pesados separadamente em balança de precisão. Da moela, foi removida toda a gordura aderida, seu conteúdo e a membrana coilínea. Além do peso, foi medido o comprimento do intestino delgado do início do duodeno até a junção ileocecal. O peso relativo da carcaça depenada e eviscerada foi calculado em relação ao peso em jejum. Os pesos relativos dos cortes, das vísceras comestíveis, dos órgãos imunes e do intestino delgado foram obtidos em relação à carcaça depenada e eviscerada.

Durante o abate no momento da sangria, foram coletados sangue de duas aves de cada parcela experimental, que foram encaminhados para ao Laboratório de Patologia Clínica da Universidade Federal do Tocantins, no qual foram centrifugados a 3000 rpm durante 15 minutos, para a obtenção do soro e do plasma. Em seguida foram avaliados: os triglicerídeos, colesterol, glicose, as enzimas alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), proteínas totais e albumina, com auxílio de técnicas foto colorimétricas, as leituras das amostras foram realizadas por meio do espectrofotômetro semi-automatizado (Bioplus - 2000), utilizando kits de reagentes comerciais.

Na carne crua do peito de frango (sem osso, pele, ligamentos e gordura) foram avaliados o valor de pH e a coloração pelo sistema CIELAB (L^* = Luminosidade, a^* = teor de vermelho e

b* = teor de amarelo) com colorímetro (Chroma meter[®]), sendo as leituras realizadas em três pontos distintos, para obtenção da média.

Para determinar a perda de peso por descongelamento, os filés dos peitos congelados, foram pesados, posteriormente, foram colocados na geladeira por 24 horas para descongelamento, em seguida foram pesados novamente para obtenção da perda de peso por descongelamento. Para determinação da perda de peso por cocção, os filés do peito, que após pesados, foram assados em forno elétrico a 170 °C, até atingir a temperatura interna de 40 °C, posteriormente, foram virados para atingir a temperatura interna de 70 °C. Em seguida, as amostras foram colocadas sobre papel absorvente para resfriamento até atingir a temperatura de 20 a 25 °C. Novamente foram pesadas e determinadas à perda de peso após o cozimento e mantidas em refrigeração a 4 °C por 24 horas, de acordo com a metodologia adaptada de Froning e Uijttenboogarte (1988).

Para determinar a força de cisalhamento, foram retiradas amostras dos filés do peito na forma cilíndrica (1,27 cm de diâmetro), as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Warner-Bratzler.

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos aos testes de Normalidade (*Cramer Von Mises*) e Homocedasticidade (*Levene*). Satisfeitas essas pressuposições, as variáveis foram submetidas à análise de variância. Adicionalmente as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey, considerando um nível de significância igual ou inferior a 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR.

Resultados e Discussão

Os valores médios das temperaturas do ar, média, máxima e mínima no interior do galpão, durante o período experimental, foram de 27,2 °C, 36,5 e 17,4 °C, respectivamente, sendo a umidade relativa do ar de 88%, equivalendo ao ITGU de 74,6. O valor de ITGU, ficou dentro das recomendações de Menegali et al. (2010); Oliveira et al. (2006), que relataram que valores de ITGU entre 73,6 - 77,2 e 69,8 - 81,3, respectivamente, são considerados ideais para o conforto térmico de frangos de corte. Da mesma forma, Medeiros et al. (2005); Dos Santos et al. (2009) também encontraram valores de ITGU similares, entre 69 e 73, e ressaltaram que esses valores de ITGU, permitem maior produtividade e melhores parâmetros zootécnicos.

Observou-se que os tipos de cama não influenciaram ($P > 0,05$) o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP) e o peso corporal (PC). Havendo efeito ($P = 0,0230$) sobre a conversão alimentar (CA). As diferentes densidades influenciaram ($P = 0,0001$) o consumo de ração e o

($P = 0,0001$) ganho de peso. Não havendo efeito ($P > 0,05$) sobre a conversão alimentar e o peso corporal. Houve interação entre a cama e a densidade de criação para o ($P = 0,0001$) consumo de ração, o ($P = 0,0028$) ganho de peso, a ($P = 0,0012$) conversão alimentar e o ($P = 0,0032$) peso corporal aos 42 dias de idade (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso corporal (PC) de frangos de corte aos 42 dias, criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m²)

Consumo de ração (g)							
Cama	Densidade (kg/m ²)		Média	P			CV (%)
	24	30		CAM	DEN	C. x D.	
Palha de arroz	3993,7bA	3648,3bB	4000,8				
Maravalha	4240,8aA	4007,9aB	3944,6	0,3628	0,0001	0,0001	3,72
Média	4117,3	3828,1	3972,71				
Ganho de peso (g)							
Cama	Densidade (kg/m ²)		Média	P			CV (%)
	24	30		CAM	DEN	C. x D.	
Palha de arroz	2203,3bA	2093,3bB	2177,0				
Maravalha	2306,7aA	2150,8aB	2200,0	0,3438	<0,001	0,0028	2,65
Média	2255,0	2122,1	2188,5				
Conversão alimentar (g/g)							
Cama	Densidade (kg/m ²)		Média	P			CV (%)
	24	30		CAM	DEN	C. x D.	
Palha de arroz	1,81aA	1,86bB	1,84				
Maravalha	1,84aA	1,74aB	1,79	0,0230	0,2659	0,0012	2,60
Média	1,83	1,80	1,81				
Peso corporal (g)							
Cama	Densidade (kg/m ²)		Média	P			CV (%)
	24	30		CAM	DEN	C. x D.	
Palha de arroz	2646,7bA	2645,0aB	2673,3				
Maravalha	2751,7aA	2700,0aB	2698,3	0,3088	0,2785	0,0032	2,18
Média	2699,2	2672,5	2685,8				

CAM. = cama; DEM. = densidade; C. x D. = cama x densidade; P = Significativo a 5 % de probabilidade de erro pelo teste F; médias com letras minúsculas distintas na mesma coluna para os tipos de cama e maiúsculas na mesma linha para as densidades, no mesmo parâmetro, diferem a 5 % de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Os maiores ganhos de pesos e pesos corporais para os frangos criados sobre a cama de maravalha e na densidade de 24 kg/m², podem estar associados ao melhor aproveitamento dos nutrientes pelas aves, ocasionado pela menor competição de alimento. Resultados semelhantes foram observados por Abudabos et al. (2013), que avaliaram a influência de diferentes densidades (28, 37, e 40 kg/m²) sobre o desempenho de frangos de corte e observaram que o

ganho de peso e o consumo de ração, foram influenciados pelo aumento da densidade, com melhores resultados para as aves criadas nas densidades 28 e 37 kg/m², sem efeito para a conversão alimentar.

A menor conversão alimentar para os frangos criados sobre a cama de maravalha e na densidade de 30 kg/m², pode ter sido em função do menor consumo de ração, o que possivelmente, melhorou a eficiência no processo de absorção dos nutrientes, pela redução da taxa de passagem do alimento no trato gastrointestinal, aumentando a exposição do alimento para a ação das enzimas digestivas e aos mecanismos de absorção dos nutrientes pela mucosa intestinal (FAGUNDES, 2011).

Do mesmo modo, Lima et al. (2018), observaram que aves criadas em densidade de 13 aves/m², apresentaram menor conversão alimentar, do que as aves criadas em densidade 10 aves/m². O efeito na conversão alimentar, foi consequência da redução da mobilidade pelas aves, em função do aumento da densidade, fazendo com que a energia que seria utilizada para a locomoção, fosse desviada para o ganho de peso, o que contribuiu para que não houvesse comprometimento desta variável.

Oliveira et al. (2012) observaram que aves criadas em densidade de 16 aves/m², apresentaram menor consumo de ração e melhor conversão alimentar do que aves criadas em densidade 10 aves/m², de acordo com os autores, a redução no consumo de ração, foi diretamente proporcional ao aumento da densidade, devido, principalmente ao menor espaço físico e a restrição do acesso aos comedouros e bebedouros.

Para os rendimentos de carcaça (RC), coxa (RCX) e sobrecoxa (RSCX), observou-se que as aves criadas nas densidades de 24 e 30 kg/m², apresentaram respostas semelhantes ($P > 0,05$), independentemente do tipo de cama que foram submetidas. No entanto, o rendimento de peito (RP) foi influenciado ($P = 0,0216$) pela densidade, com maior rendimento para as aves criadas sobre a cama de maravalha e a densidade de 24 kg/m² (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 Rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), coxa (RCX) e sobrecoxa (RSCX) de frangos de corte aos 42 dias criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m²)

Variáveis	Palha de arroz		Maravalha		CV ¹	Valor de P*		
	24	30	24	30		CAM ²	DEN ³	C x D ⁴
RC (g)	85,94aA	86,22aA	86,74aA	87,25aA	1,59	0,1160	0,4911	0,8391
RP(g)	32,33aA	30,96aB	33,20aA	31,07aB	5,4	0,4952	0,0216	0,5881
RCX(g)	9,83aA	9,80aA	9,77aA	9,73aA	4,43	0,7051	0,8626	0,9735
PSCX(g)	12,71aA	12,84aA	12,74aA	13,12aA	5,81	0,6114	0,4066	0,6748

*P<0,05; ¹Coefficiente de variação (%); ²CAM = cama; ³DEN = densidade; ⁴CxD = cama x densidade; Médias com letras minúsculas distintas na mesma linha para os tipos de cama e maiúsculas na mesma linha para as densidades, no mesmo parâmetro, diferem a 5 % de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Os maiores rendimentos de peito, observados nas densidades de 24 kg/m², podem estar relacionados ao maior ganho de peso das aves, criadas sobre essa densidade. Em estudo similar, Škrbić et al. (2011) verificaram que frangos criados em menor densidade, apresentaram maior rendimento de peito e ressaltaram, que a menor densidade, garante melhor desenvolvimento corporal, rendimento de carcaça e da musculatura do peito. No entanto, Henrique et al. (2017) não observaram efeito das densidades 10, 12 14 e 16 aves/m², sobre o rendimento de peito, no entanto, verificaram maior peso de carcaça para as aves criadas na densidade de 10 aves/m².

De acordo com Nowicki et al. (2011), a linhagem Cobb é considerada rústica e resistente em várias situações, tais como manejo, temperatura, estresse, densidade, além de apresentar maior capacidade de deposição muscular, principalmente na região do peito. O que pode justificar o maior rendimento de peito encontrado no presente estudo.

Observou-se que os pesos relativos das vísceras comestíveis (coração, moela e fígado) os órgãos imunes (Bursa de Fabricius e Baço), o peso e comprimento do intestino delgado, não foram influenciados (P>0,05) pelas densidades e os tipos de cama. No entanto, o tipo de cama influenciou (P = 0,0089) a gordura abdominal, com maiores valores para as aves criadas sobre a cama de palha de arroz (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 Peso relativo das vísceras comestíveis (coração, moela e fígado) os órgãos imunes (Bursa de Fabricius e Baço), gordura abdominal, peso e comprimento do intestino delgado (m) de frangos de corte aos 42 dias criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m²)

Variáveis	Palha de arroz		Maravalha		CV ¹	Valor de P*		
	24	30	24	30		CAM ²	DEN ³	C x D ⁴
Coração (%)	0,35aA	0,39aA	0,38aA	0,37aA	18,37	0,9336	0,6382	0,3791
Fígado (%)	1,79aA	1,76aA	1,90aA	1,81aA	13,32	0,4573	0,5324	0,7571
Moela (%)	1,18aA	1,14aA	1,19aA	1,18aA	12,30	0,6823	0,7371	0,7843
Baço (%)	0,13aA	0,14aA	0,12aA	0,14aA	17,56	0,4229	0,3361	0,5919
Bursa (%)	0,13aA	0,14aA	0,12aA	0,14aA	17,56	0,4229	0,3361	0,5919
Gordura abdominal (%)	1,61bA	1,58bA	1,22aA	1,36aA	17,85	0,0089	0,6343	0,4500
Peso intestino (%)	2,07aA	2,01aA	2,04aA	2,01aA	10,68	0,8709	0,6246	0,8773
Comprimento do intestino	1,70aA	1,72aA	1,66aA	1,75aA	5,69	0,9254	0,1829	0,3924

*P<0,05; ¹Coefficiente de variação (%); ²CAM = cama; ³DEN = densidade; ⁴CxD = cama x densidade; Médias com letras minúsculas distintas na mesma linha para os tipos de cama e maiúsculas na mesma linha para as densidades, no mesmo parâmetro, diferem a 5 % de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Brito et al. (2016); Ramos et al. (2009); Toghyani et al. (2009) trabalharam com diferentes materiais de cama e não verificaram efeito sobre os valores relativos das vísceras comestíveis (coração, moela e fígado) e da gordura abdominal. No entanto, De Souza et al. (2016) observaram que aves criadas sobre cama de areia, apresentaram maior peso relativo do intestino delgado, em comparação as aves criadas sobre cama de maravalha, devido ao conforto proporcionado pela cama de areia. As aves criadas sobre a cama de maravalha, apresentaram maior porcentagem de gordura abdominal, sem efeito sobre as vísceras comestíveis.

De acordo com Murakami et al. (2010), a deposição de gordura abdominal é um problema na produção de carne de frango, pois, parte da gordura depositada é perdida durante a evisceração da carcaça, o que resulta em menor rendimento de carcaça. Todavia, neste estudo, o aumento da gordura abdominal, não foi capaz de influenciar essa variável, o que denota que o padrão de qualidade do rendimento de carcaça foi mantido, sendo uma característica de relevância industrial, por ser um dos cortes de maior valor e interesse para os consumidores.

Observou-se que as diferentes densidades e os tipos de cama não influenciaram (P>0,05) a coloração da carne do peito (L* = luminosidade, a* = vermelho, b* = amarelo), o pH, a temperatura (TEMP), perda de peso por descongelamento (PPDES), perda de peso por cocção (PPCO) e a força de cisalhamento (FC) dos frangos de corte aos 42 dias de idade (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 Coloração da carne do peito (L^* = luminosidade, a^* = vermelho, b^* = amarelo), o pH, temperatura (TEMP), perda de peso por descongelamento (PPDES), perda de peso por cocção (PPCO) e a força de cisalhamento (FC) de carne de frangos de corte aos 42 dias de idade, criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m²)

Variáveis	Palha de arroz		Maravalha		CV ¹	Valor de P*		
	24	30	24	30		CAM ²	DEN ³	C x D ⁴
L^*	60,26	60,78	62,58	61,24	2,88	0,0682	0,5774	0,2102
a^*	11,92	11,60	11,04	10,98	7,84	0,0523	0,5983	0,7283
b^*	16,09	14,31	15,15	14,85	10,21	0,7470	0,1138	0,2530
pH	6,19	6,14	6,13	6,24	2,33	0,7058	0,6648	0,2020
TEMP (°C)	11,71	9,35	7,40	8,94	34,02	0,0844	0,7565	0,1488
PPDES (%)	4,81	4,70	4,50	2,96	51,32	0,2629	0,3647	0,4284
PPCO (%)	21,24	18,60	20,17	19,76	13,60	0,9674	0,1842	0,3263
FC (kgf/cm ²)	1,25	1,41	1,41	1,36	22,75	0,6605	0,6657	0,4092

*P<0,05; ¹Coeficiente de variação (%); ²CAM = cama; ³DEN = densidade; ⁴CxD = cama x densidade.

Moreira et al. (2004) observaram que diferentes densidades não influenciaram a perda de peso por cocção, a força de cisalhamento e o pH da carne. Entretanto, Diniz et al. (2014) avaliaram a cama de maravalha nova e reutilizada e observaram que os tipos de cama não influenciaram a coloração da carne do peito (L^* = luminosidade, a^* = vermelho, b^* = amarelo), a perda de peso por cocção e o pH, mas, verificaram efeito na maciez da carne de frangos de corte.

Os parâmetros sanguíneos (colesterol, triglicerídeos, albumina, proteínas totais, glicose e Alanina aminotransferase - ALT), não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas densidades e os tipos de cama. No entanto, houve efeito ($P = 0,0318$) para a enzima aspartato aminotransferase (AST), com maiores valores para as aves criadas sobre a cama de maravalha (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 Parâmetros sanguíneos: colesterol - (mg/dL), triglicerídeos - (mg/dL), albumina - (g/dL), proteínas totais - (g/dL), glicose - (mg/dL), Alanina aminotransferase - (U/L) e aspartato aminotransferase - (U/L) de frangos de corte aos 42 dias criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m²)

Variáveis	Palha de arroz		Maravalha		CV ¹	Valor de P*		
	24	30	24	30		CAM ²	DEN ³	C x D ⁴
Colesterol	138,88aA	127,42aA	159,67aA	123,58aA	21,90	0,4979	0,0672	0,3281
Triglicerídeos	52,33aA	50,92aA	49,25aA	46,13aA	22,22	0,3923	0,6196	0,8515
Albumina	1,06aA	1,19aA	1,14aA	1,15aA	17,94	0,8354	0,4070	0,5095
Proteínas totais	4,47aA	4,49aA	4,30aA	4,40aA	8,46	0,4070	0,6863	0,7875
Glicose	203,13aA	187,38aA	215,50aA	206,50aA	19,98	0,3532	0,4639	0,8407
ALT ⁵	2,91aA	2,55aA	3,35aA	3,27aA	44,68	0,3032	0,6961	0,7943
AST ⁶	126,66bA	127,02bA	145,21aA	158,89aA	19,19	0,0318	0,5277	0,5491

*P<0,05; ¹Coefficiente de variação (%); ²CAM = cama; ³DEN = densidade; ⁴CxD = cama x densidade; ⁵ALT = Alanina aminotransferase; ⁶AST = aspartato aminotransferase. Médias com letras minúsculas distintas na mesma linha para os tipos de cama e maiúsculas na mesma linha para as densidades, no mesmo parâmetro, diferem a 5 % de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Estes resultados assemelham-se aos encontrados por Škrbić et al. (2009), que estudaram o efeito da densidade de 10, 13 e 16 aves/m², sobre o bem-estar de frangos de corte e verificaram que as densidades não influenciaram os parâmetros bioquímicos, a glicose e o colesterol, e que, do ponto de vista fisiológico, o bem-estar das aves não foi prejudicado. Da mesma forma, Abudabos et al. (2013) observaram que as densidades não influenciaram as concentrações de proteína total e glicose, porém, as concentrações séricas da enzima AST, elevou-se conforme aumentou a densidade.

Os valores das enzimas AST e ALT diferem dos valores relatados por Borsa et al. (2006), que trabalharam com frangos de corte criados em sistema industrial e encontraram variações de 202-229; 4-14, para AST e ALT, respectivamente, os autores destacaram que fatores relacionados ao clima, ao tipo de alimentação e ao manejo das aves, podem influenciar nos resultados dessas análises. Segundo Schmidt et al. (2007) os maiores valores da enzima AST é consequência do aumento da sua atividade, relacionado a distúrbios hepáticos ou musculares e que aves apresentam maiores atividades dessa enzima no coração, seguido pelo fígado e músculo esquelético.

De modo geral, nota-se que os melhores resultados de desempenho, rendimento de carcaça e cortes, foram observados nos frangos criados na cama de maravalha e na densidade de 24kg/m², sem efeito para os parâmetros de qualidade da carne, entretanto, para a enzima aspartato aminotransferase, os maiores valores encontrados foram das aves criadas sobre a cama de maravalha.

Conclusão

A cama de maravalha e a densidade de 24 kg/m², apresentam os melhores resultados de desempenho para frangos de corte aos 42 dias de idade.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, a Universidade Federal do Tocantins – UFT, pelo apoio ao professor Dr. Luís Fernando Teixeira Albino da Universidade Federal de Viçosa e a empresa GRANFORTE, pelo fornecimento de matéria prima para realização dos experimentos.

Referências

- ABUDABOS, A. M.; SAMARA, E. M.; HUSSEIN, E. O.; AL-GHADI, M. A. Q.; AL-ATIYAT, R. M. Impacts of stocking density on the performance and welfare of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, v. 12, n. 1, p. 11, 2013.
- ALMEIDA, E. A.; ARANTES DE SOUZA, L. F.; SANT'ANNA, A. C.; BAHIENSE, R. N.; MACARI, M.; FURLAN, R. L. Poultry rearing on perforated plastic floors and the effect on air quality, growth performance, and carcass injuries—Experiment 1: Thermal Comfort. *Poultry Science*, Champaign, v. 96, p. 3155-3162, 2017.
- BOLAN, N. S.; SZOGI, A. A.; CHUASAVATHI, T.; SESHADRI, B.; ROTHROCK, M. J.; PANNEERSELVAM, P. Uses and management of poultry litter. *World's Poultry Science Journal*, v. 66, n. 4, p. 673-698, 2010.
- BORSA, A.; KOHAYAGAWA, A.; BORETTI, L. P.; SAITO, M. E. E.; KUIBIDA, K. Níveis séricos de enzimas de função hepática em cortes de corte de produção clinicamente saudáveis. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, p. 675-677, 2006.
- BRITO, D. A. P.; BRITO, D. R. B.; GOMES, A. M. N.; DOS SANTOS CUNHA, A.; SILVA FILHO, U. A.; PINHEIRO, A. A. Desempenho produtivo e rendimento de carcaça de frangos criados em diferentes materiais de cama aviária. *Ciência Animal Brasileira*, v. 17, n. 2, p. 192-197, 2016.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZOARROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

DE SOUZA, L. F. A.; MASSARANDUBA, N. T.; DE ALMEIDA RUIZ, I.; DE SOUZA, A.; GOMES, A. P. S. C.; SILVA, A. F. G. Desempenho, rendimento de carcaça e comportamento de frangos de corte criados em cama de maravalha ou areia. In: *Colloquium Agrariae*, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 06-11, 2016.

DOS SANTOS, P. A.; BAETA D. C. F.; TINÔCO, I. D. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Ventilação em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade do ar e no desempenho das aves. *Ceres*, v. 56, n. 2, 2009.

DINIZ, T. T.; DE MELLO, J. L. M. Efeito da temperatura ambiente e reutilização da cama na qualidade da carne de frangos de corte. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, v. 9, n. 2, p. 218-226, 2014.

FAGUNDES, N. S. Desenvolvimento do sistema digestório e da capacidade digestiva de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. 2011.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRONING, G. W.; UIJTENBOOGARTE, T. G. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking losses of hold and cold deboned chicken broiler breast meat. *Poultry Science*, v. 67, n. 11, p. 1536-1544, 1988.

GARCÍA, R. G.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; FERREIRA, V. M. O. S. Selecting the most adequate bedding material for broiler production in Brazil. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 14, n. 2, p. 121-127, 2012.

HENRIQUE C. D. S.; FRÓES G. O. A.; SILVA, F. T.; SANTOS, S. E.; FINOTTI, F. R. M.; B., DE FREITAS, A.; A.; Garcia E. R. M.; GIUSTI, B L. D. Effect of stocking density on performance, carcass yield, productivity, and bone development in broiler chickens Cobb 500®. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 38, n. 4, p. 2705-2718, 2017.

KHERAVII, S. K.; SWICK, R. A.; CHOCT, M.; WU, S. B. Potencial de palha de trigo peletizada como material de cama alternativo para frangos de corte. *Avicultura*, v. 96, n. 6, p. 1641-1647, 2017.

LIMA, R. C.; FREITAS, E. R.; GOMES, H. M.; CRUZ, C. E. B.; FERNANDES, D. R. Performance of broiler chickens reared at two stocking densities and coir litter with different height. *Revista Ciência Agronômica*, v. 49, n. 3, p. 519-528, 2018.

MENEGALI, I.; BAÊTA D. C. F.; TINÔCO, I. D. F. F.; CORDEIRO, M. B.; DE CARVALHO GUIMARÃES, M. C. Desempenho produtivo de frangos de corte em diferentes sistemas de instalações semiclimatizadas no sul do Brasil. *Revista engenharia na agricultura-reveng*, v. 18, n. 6, p. 461-471, 2010.

MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; ROÇA, R. D. O.; GARCIA, E. A.; NAAS, I. D. A.; GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L. D. A. Efeito da densidade populacional sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 1506-1519, 2004.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. D. C.; OLIVEIRA, R. D.; TINÔCO, I. D. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Engenharia na Agricultura*, v. 13, n. 4, p. 277-286, 2005.

MURAKAMI, K. T. T.; PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; GARCIA NETO, M. Desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n. 4, p. 401-407, 2010.

NOWICKI, R.; BUTZGE, E.; OTUTUMI, L. K.; JÚNIOR, R. P.; ALBERTON, L. R.; MERLINI, L. S.; GERÔNIMODA E.; SILVA CAETANO, I. C.L. Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v. 14, n. 1, p. 25-28, 2011.

OLIVEIRA, A. F. G.; BRUNO, L. D. G.; GARCIA, E. R. M.; LEITE, M. C. P.; TON, A. P. S.; LORENÇON, L. Efeito da densidade de criação e do grupo genético sobre o desempenho e o desenvolvimento ósseo de frangos de corte. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 11, n. 1, p. 49-64, 2012.

OLIVEIRA, R. D.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. D.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V., CELLA, P. S. A. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 797-803, 2006.

PESSÔA, G. B. S.; TAVERNARI, F. C.; VIEIRA, R. A.; ALBINO, L. F. Novos conceitos em nutrição de aves. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.13, n. 3, p. 755-774, 2012.

RAMOS K. C. B. T.; OLIVEIRA, I. M. M.; MOUFARREG, M. F.; SALES, P. H. G.; CAMARGO, A. M.; C. L. A. F. Avaliação de vísceras e gordura abdominal de frangos de corte criados sobre diferentes materiais de cama. *ANAIS...CONGRESSO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA, ENCONTRO LATINO AMERICANO DE POS GRADUAÇÃO, ENCONTRO LATINO AMERICANO INICIAÇÃO CIENTIFICA JÚNIOR*. Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

ROSTAGNO, H. S; ALBINO, L. F. T; DONZELE, J. L; GOMES, P. C; OLIVEIRA, R. F. de; LOPES, D. C; FERREIRA, A. S; BARRETO, S. L. de T.; EUCLIDES, R.F. Tabelas brasileiras para aves e suínos composição de alimentos e exigências nutricionais, Viçosa: UFV, *Imprensa Universitária*, 2017. 252 p.

SCHMIDT, E. M. S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A. C. Patologia clínica em aves de produção—uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola—revisão. *Archives of Veterinary Science*, v. 12, n. 3, p. 9-20, 2007.

ŠKRBIĆ, Z.; PAVLOVSKI, Z.; LUKIĆ, M.; PERIĆ, L.; MILOŠEVIĆ, N. The effect of stocking density on certain broiler welfare parameter. *Biotechnology in Animal Husbandry*. v. 25, n. 1-2, p. 11-21, 2009.

ŠKRBIĆ, Z.; PAVLOVSKI, Z.; MILIĆ, D. The effect of rearing conditions on carcass slaughter quality of broilers from intensive production. *African Journal of Biotechnology*, v. 10, n. 10, p. 1945-1952, 2011.

SOUZA, V. L. F.; BURANELO, G. S.; GASPARINO, E.; MACHADO, C. R.; BATISTA, B. M. J. Efeito da automatização nas diferentes estações do ano sobre os parâmetros de desempenho, rendimento e qualidade da carne de frangos de corte. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 32, n. 2, p. 175-181, 2010.

TOGHYANI, M.; GHEISARI, A.; MODARESI, M.; TABEIDIAN, S. A.; TOGHYANI, M. Effect of different litter material on performance and behavior of broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 122, n. 1, p. 48-52, 2009.

ZUOWEI, S.; YAN, L.; YUAN, L.; JIAO, H.; SONG, Z.; GUO, Y., & LIN, H. Stocking density affects the growth performance of broilers in a sex-dependent fashion. *Poultry Science*, v. 90, n. 7, p. 1406-1415, 2011.

**CAPÍTULO – 3: USO DA TERMOGRAFIA NA IDENTIFICAÇÃO DE LESÕES DE
PODODERMATITE EM FRANGOS DE CORTE, CRIADOS SOBRE
DOIS TIPOS DE CAMA E DUAS DENSIDADES**

Artigo editado de acordo com as normas de publicação da Revista Tropical Health and Production.

CAPÍTULO – 3: USO DA TERMOGRAFIA NA IDENTIFICAÇÃO DE LESÕES DE PODODERMATITE EM FRANGOS DE CORTE, CRIADOS SOBRE DOIS TIPOS DE CAMA E DUAS DENSIDADES

RESUMO

Objetivou-se com a termografia, identificar lesões de pododermatite em frangos de corte, criados sobre dois tipos de cama e duas densidades. Foram utilizados 216 pintos de corte, mistos, de um dia de idade, da linhagem Cobb 500[®], com peso inicial médio de $54 \text{ g} \pm 3,37 \text{ g}$, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial, dois tipos de cama (maravalha e palha de arroz) e duas densidades (24 e 30 kg/m²), com quatro tratamentos (cama de palha de arroz e 24 kg/m², cama de palha de arroz e 30 kg/m², cama de maravalha e 24 kg/m² e cama de maravalha e 30 kg/m²) e seis repetições. Foram avaliados os valores de pH, umidade e temperatura da cama, as temperaturas superficiais máximas, mínimas e a amplitude térmica do coxim plantar dos pés, de frangos de corte dos 28 aos 42 dias de idade e o escore visual do coxim plantar dos pés aos 42 dias de idade. Não houve interação entre os tipos de cama e as diferentes densidades para as temperaturas máxima, mínima e para a amplitude térmica. No entanto, a temperatura mínima e a amplitude térmica foram influenciadas pelos tipos de cama e pelas densidades, não havendo efeito sobre a temperatura máxima. As densidades e os tipos de cama não influenciaram os valores de pH, umidade, temperatura da cama e o escore visual do coxim plantar de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade. Conclui-se que a termografia foi eficiente para evidenciar que os frangos de corte criados sobre a cama de palha de arroz e a densidade de 30 kg/m², apresentaram menores temperaturas mínima no coxim plantar, indicando indícios de lesões de pododermatite dos 28 aos 42 dias de idade.

Palavras-chaves: Pododermatite. Qualidade da cama. Termografia. Temperaturas superficiais.

CHAPTER - USE OF THERMOGRAPHY TO DETECT SIGNS OF PODODERMATITIS IN BROILER CHICKENS REARED ON TWO DIFFERENT LITTER MATERIALS AND AT TWO STOCKING DENSITIES

ABSTRACT

The aimed of the thermography was to identify lesions of pododermatitis in broilers, reared on two types of bed and two densities. A total of 216 one-day-old Cobb 500[®] broiler chicks of mixed sex with a mean initial weight of 54 ± 3.37 g were used. The chicks were allotted in a completely randomized design (CRD) in a 2x2 factorial arrangement: two litter materials (wood shavings and rice hulls) and two stocking densities (24 and 30 kg/m²), totaling four treatments (rice hulls + 24 kg/m², rice hulls + 30 kg/m², wood shavings + 24 kg/m² and wood shavings + 30 kg/m²) and six replicates. The values of litter pH, moisture and temperature, the visual score and the maximum and minimum surface temperatures and thermal amplitude of the plantar surface of the footpad of broilers from 28 to 42 days of age were evaluated. There was no interaction between litter materials and different stocking densities for maximum and minimum temperatures and thermal amplitude. However, the minimum temperature and the thermal amplitude were influenced by different litter materials and stocking densities, with no effect on the maximum temperature. The stocking densities and litter materials did not influence the values of litter pH, moisture and temperature and the visual score of the plantar surface of the footpad of broilers slaughtered at 42 days of age. The thermography was efficient to detect signs of pododermatitis in broilers reared on rice hulls litter at a density of 30 kg/m² at 42 days of age.

Keywords: Litter quality. Pododermatitis. Surface temperature. Thermography.

Introdução

Entre os cortes comercializados da carne de frango, os pés tornaram-se um dos mais importantes no mercado internacional, principalmente para o Brasil e os Estados Unidos, que são os líderes mundiais em exportações. No entanto, a presença da pododermatite nos pés, pode ser uma barreira à exportação, já que os países importadores não aceitam pés lesionados (ABPA, 2018; GIRON et al. 2018).

A pododermatite é uma inflamação crônica, caracterizada por abrasão, ulceração e inchaço, que ocasiona a destruição dos tecidos do coxim plantar (metatarso plantar) ou das almofadas digitais do pé, causada pelo excesso de amônia, proveniente do material da cama mal manejado, sendo uma preocupação do ponto de vista econômico para o produtor e do bem-estar das aves (WILCOX et al., 2009).

Condições ideais do ambiente, em conjunto com o manejo, são pré-requisitos fundamentais para evitar os problemas com os pés. O aumento da incidência da pododermatite, estão associados a vários fatores, como o manejo da cama, a eficiência do material utilizado, a densidade de criação, o manejo da ventilação e a nebulização dentro dos galpões (HOFFMANN et al., 2013).

Neste sentido, Nääs et al. (2007) avaliaram a qualidade de cama em aviário convencional e tipo túnel e observaram que o galpão com alta densidade e com sistema tipo túnel de ventilação, apresentaram maiores valores de pH e umidade de cama, como a emissão de amônia dentro dos galpões está relacionada com os valores de umidade e pH da cama, manter o equilíbrio entre o manejo da ventilação e a densidade de alojamento, é necessário na produção de frangos de corte, pois, permitem o controle da qualidade da cama, o que evita a pododermatite, devido ao controle de bactérias e fungos patogênicos e, principalmente, a redução do gás amônia.

De acordo com Garcia et al. (2011a), o surgimento de lesões no coxim plantar das aves, está diretamente relacionada à qualidade e quantidade do material utilizado como cama. O material utilizado deve reduzir o impacto e o atrito da ave com o piso, funcionando como camada protetora, a fim de evitar lesões. A capacidade da cama de absorver e liberar rapidamente a umidade, pode ser as características mais importantes para a redução da pododermatite (BILGILI et al., 2009).

Mendes et al. (2012) trabalharam com as densidades de 12 e 18 aves/m² e verificaram que aos 15 dias de idade, os frangos apresentaram maiores lesões no coxim plantar, em ambas densidades, no entanto, observaram maiores lesões para os frangos criados na densidade de 18 aves/m² aos 42 dias. E explicaram que a incidência de lesões quando as aves são jovens, pode ser pela fragilidade da derme na região do coxim plantar, pelo fato das aves ainda estarem em fase de crescimento.

Dessa forma, a quantidade de aves por metros quadrado, pode contribuir com os altos índices de pododermatite, principalmente, devido ao aumento dos excrementos, favorecendo o aumento da umidade e da produção de amônia. Neste contexto, as imagens termográficas por ser uma ferramenta não invasiva, pode ser útil na detecção da pododermatite e outras doenças inflamatórias na produção de frangos de corte (WILCOX et al., 2009). Diante disso, objetivou-se com o uso da termografia identificar lesões de pododermatite em frangos de corte, criados sobre dois tipos de cama e duas densidades.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, localizado em Araguaína – TO, latitude 07° 11' 27'' S, longitude 48° 12' 22'' W e altitude 236, no período de 01 de julho a 12 de agosto de 2018. Executado de acordo com as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT), protocolo nº 231001.001017/2018-89.

Foram utilizados 216 pintos de corte, mistos, de um dia de idade, da linhagem Cobb 500[®], que foram homogeneizados e os tratamentos distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 2x2, dois tipos de cama (maravalha e palha de arroz) e duas densidades (24 e 30 kg/m²), com quatro tratamentos (palha de arroz e 24 kg/m², palha de arroz e 30 kg/m², maravalha e 24 kg/m² e maravalha e 30 kg/m²) e seis repetições.

As aves foram alojadas em galpão experimental, provido de 24 boxes, coberto com telhas sanduíches e cortinas laterais, manejadas de acordo com o comportamento das aves, cada box possuía um comedouro tubular e um bebedouro automático tipo copo. O manejo da cama foi realizado diariamente com o revolvimento total da cama, sempre nos horários compreendidos entre às 08:00h e às 09:00h da manhã. A espessura da cama adotada foi de 5 cm de altura. O abastecimento dos comedouros e a limpeza dos bebedouros foram realizados duas vezes por dia, visando garantir o livre acesso à água e as rações durante todo o período experimental.

Até o 14º dia de vida, as aves foram aquecidas artificialmente, utilizando-se lâmpadas incandescentes (60 W), instaladas no interior de todos os boxes. O programa de luz adotado foi o contínuo de 24 horas de luz (natural + artificial). As condições ambientais no interior das instalações, durante o período experimental, foram monitoradas e registradas diariamente a cada 30 minutos, utilizando-se Data Loggers da marca HOBO ware OnSet[®] Versão 3.4.1, colocados à meia altura dos boxes, possibilitando a obtenção dos valores médios da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e da temperatura de globo negro, sendo estes valores convertidos em ITGU (Índice de Temperatura Globo e Umidade), de acordo com Buffington et al. (1981).

Os valores médios das temperaturas do ar, média, máxima e mínima no interior do galpão, durante o período experimental, foram de, 27,2, 36,5 e 17,4 °C, respectivamente, sendo a umidade relativa do ar de 88%, equivalendo ao ITGU de 74,9.

As dietas foram calculadas considerando as exigências nutricionais das aves, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2017), nas fases de 1 a 7, de 8 a 21 e de 22 a 42 dias de idade (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 Composição nutricional das dietas para frangos de corte em diferentes fases de criação

Ingredientes	Fase de criação (dias)		
	1 a 7	8 a 21	22 a 42
Milho 7,88%	56,05	58,05	62,66
Farelo de Soja (45%)	37,18	34,45	30,55
Óleo de soja	2,11	3,09	3,46
Fosfato Bicálcico	1,82	1,67	1,17
Calcário	1,11	0,98	0,83
Sal comum	0,51	0,50	0,44
DL-Metionina	0,37	0,38	0,24
L-Lisina	0,31	0,34	0,20
L-Treonina	0,14	0,14	0,05
Suplemento mineral e vitamínico ^{1, 2}	0,40	0,40	0,40
Total	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada			
EM (kcal/kg)	2975	3050	3175
Proteína bruta (%)	22,20	20,80	19,57
Cálcio (%)	0,97	0,87	0,69
Fósforo Disponível (%)	0,46	0,41	0,33
Lisina Digestível (%)	1,3	1,25	1,06
Metionina + cistina Digestível (%)	0,96	0,92	0,79
Metionina Digestível (%)	0,65	0,64	0,50
Treonina Digestível (%)	0,86	0,82	0,70
Sódio (%)	0,22	0,21	0,20

¹Composição/tonelada fase inicial: Ácido Fólico 150,00 mg, Cobalto 178,00 mg, Cobre 2.675,00 mg, Colina 120,00 g, Colistina 2.000,00 mg, Ferro 11,00 g, Iodo 535,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 7.200,00 mg, Nicarbazina 24,00 g, Pantotenato de Cálcio 2.400,00 mg, Selênio 60,00 mg, Vitamina A 1.920.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 3.600,00 mg, Vitamina B2 1.200,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 360.000,00 UI, Vitamina E 3.600,00 UI, Vitamina H 18,00 mg, Vitamina K 480,00 mg, Zinco 22,00 g. ²Composição/tonelada fase de crescimento: Ácido Fólico 120,00 mg, Cobalto 179,00 mg, Cobre 2.688,00 mg, Colina 108,00 g, Ferro 11,00 g, Iodo 537,00 mg, Lincomicina 800,00 mg, Manganês 31,00 g, Matéria mineral 350,00 g, Niacina 6.000,00 mg, Pantotenato de Cálcio 1.920,00 mg, Salinomicina 12,00 g, Selênio 54,00 mg, Umidade 80,00 g, Vitamina A 1.500.000,00 UI, Vitamina B1 300,00 mg, Vitamina B12 2.800,00 mg, Vitamina B2 960,00 mg, Vitamina B6 450,00 mg, Vitamina D3 300.000,00 UI, Vitamina E 3.000,00 UI, Vitamina H 20,00 mg, Vitamina K 480,00 mg, Zinco 22,00 g.

Foram avaliados os valores de pH, umidade e temperatura da cama, as temperaturas superficiais máximas, mínimas e a amplitude térmica do coxim plantar dos pés, de frangos de corte dos 28 aos 42 dias de idade e o escore visual do coxim plantar dos pés aos 42 dias de idade.

Para a realização das análises de qualidade de cama (umidade e pH), foram coletadas amostras da cama dos diferentes tratamentos nos períodos de 28 aos 42 dias de idade, evitando áreas próximas aos comedouros e bebedouros, as amostras foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificadas, de acordo com os tratamentos, posteriormente, foram armazenadas

em freezer. Após os períodos de coletas, os teores de umidade e o pH da cama foram avaliados de acordo com a metodologia adaptada da Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – Embrapa (1997) e a de Camargo; Valadares (1980).

No 28º dia, duas aves de cada unidade experimental, foram selecionadas aleatoriamente e identificadas nos pés com braçadeiras, para determinação das imagens termográficas do coxim plantar, as fotos foram tiradas diariamente nos períodos da manhã, até os 42 dias de idade, com uma câmera Flir E60®, com distância de 0,50 m da ave. As aves foram colocadas de cabeça para baixo, com o lado dorsal dos pés pressionado contra a parede, de acordo com a metodologia adaptada de WILCOX et al. (2009) (Figura 3.1).



Figura 3.1 Imagem das fotos do coxim plantar.

As imagens termográficas foram avaliadas com o auxílio do programa Flir Tools, onde foi feito um desenho retangular no coxim plantar de cada ave, com dimensões de 41 cm de altura e 54 cm de largura para obtenção das temperaturas máxima, mínima, amplitude térmica (Figura 3.2). Nos mesmos dias que foram tiradas as fotos termográficas do coxim plantar das aves, foram tiradas as fotos das camas de cada unidade experimental, para posterior obtenção das temperaturas da cama, que foram analisadas utilizando o mesmo programa utilizado para análise das imagens do coxim plantar.

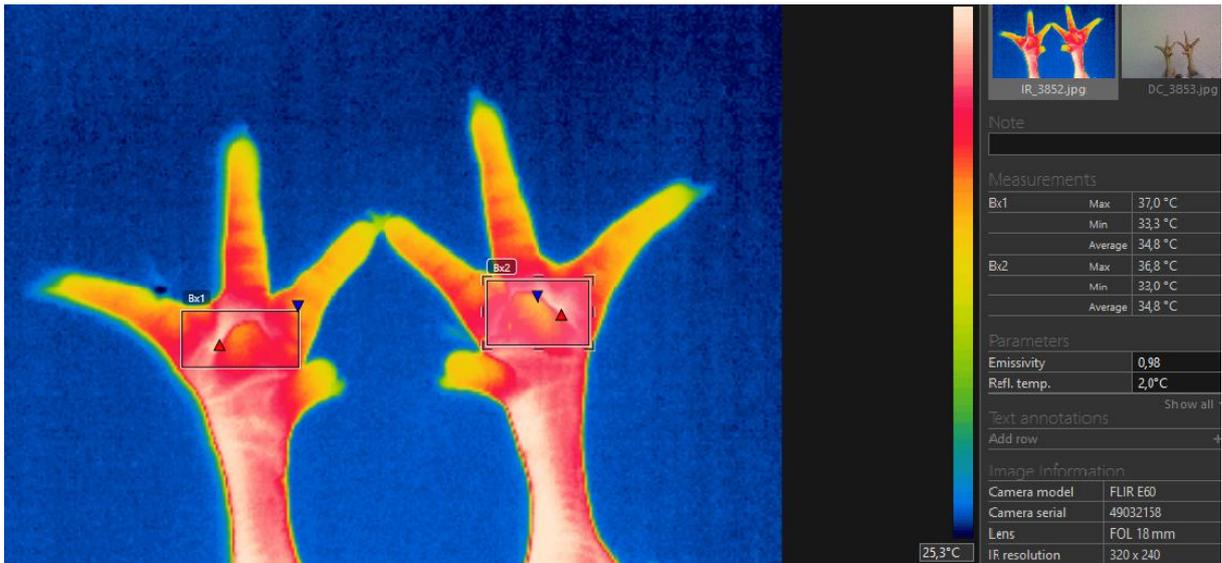


Figura 3.2 Termoimagem do coxim plantar de frangos de corte.

Para a avaliação do escore visual do coxim plantar, foram utilizados três avaliadores de acordo com a metodologia proposta por Martrenchar (2002), sendo consideradas quatro classificações: zero – pés sem lesões, 1 (leve – pés com < 25% de lesões no coxim plantar), 2 (moderado – pés com lesões entre 25 e 50% do coxim plantar) e 3 (severo – pés com >50% de lesões no coxim plantar) (Figura 3.3).

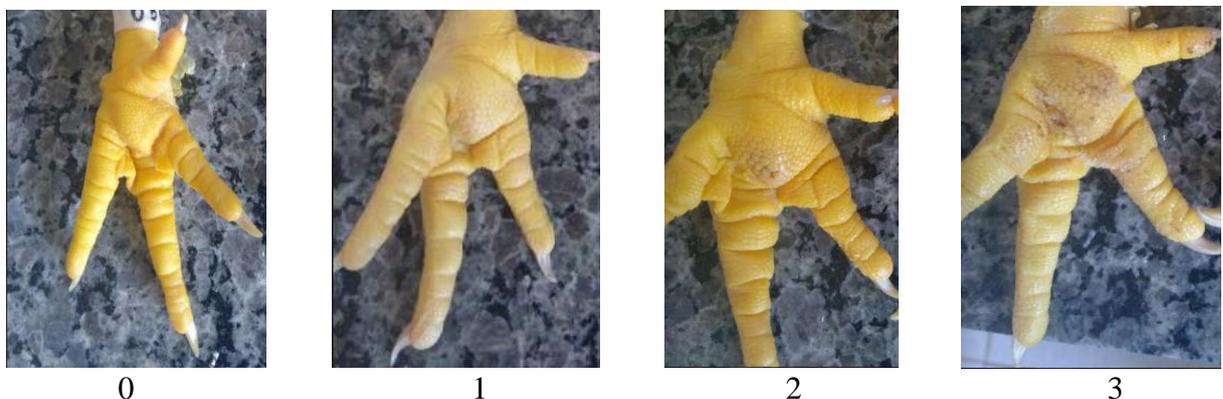


Figura 3.3 Escore do coxim plantar dos frangos de corte aos 42 dias de idade.

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos aos testes de Normalidade (*Cramer Von Mises*) e Homocedasticidade (*Levene*). Satisfeitas essas pressuposições, as variáveis foram submetidas à análise de variância. Adicionalmente as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey, considerando um nível de significância igual ou inferior a 5%. Os escores visuais foram submetidos a estatística não paramétrica, comparadas com o teste de Kruskal-Wallis, seguido do procedimento de Conover. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS.

Resultados e discussão

Não houve interação entre os tipos de cama e as diferentes densidades ($P>0,05$) para as temperaturas máxima, mínima e para a amplitude térmica do coxim plantar. No entanto, a temperatura mínima e a amplitude térmica foram influenciadas ($P<0,05$) pelos tipos de cama e pelas densidades ($P<0,05$), não havendo efeito ($P>0,05$) sobre a temperatura máxima, do coxim plantar de frangos de corte dos 28 aos 42 dias de idade (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 Temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$), mínima ($^{\circ}\text{C}$) e amplitude térmica ($^{\circ}\text{C}$) do coxim plantar de frangos de corte dos 28 aos 42 dias de idade, criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m^2)

Temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$)							
Cama	Densidade (kg/m^2)		Média	P			CV (%)
	24	30		CAM	DEN	C. x D.	
Palha de arroz	38,09	38,17	38,13A				
Maravalha	38,23	38,12	38,18A	0,7913	0,9039	0,5957	4,19
Média	38,16 ^a	38,14A	38,15				
Temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$)							
Cama	Densidade (kg/m^2)		Média	P			CV (%)
	24	30		CAM	DEN	C. x D.	
Palha de arroz	31,16	31,25	30,86 B				
Maravalha	31,76	31,25	31,50 A	0,0212	0,0489	0,8955	8,08
Média	31,46 A	30,91 B	31,18				
Amplitude térmica ($^{\circ}\text{C}$)							
Cama	Densidade (kg/m^2)		Média	P			CV (%)
	24	30		CAM	DEN	C. x D.	
Palha de arroz	6,94	7,59	7,27 B				
Maravalha	6,48	6,87	6,68 A	0,0009	0,0033	0,4662	23,24
Média	6,71 A	7,23 B	6,97				

CAM = cama; DEM = densidade; C. x D. = cama x densidade; P = Significativo a 5 % de probabilidade de erro pelo teste F; Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna e na mesma linha para os mesmos parâmetros, diferem significativamente a 5 % de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

De acordo com De Carvalho et al. (2011); Garcia et al. (2012) a maravalha é considerada a melhor opção de material de cama para produção de frangos de corte, em razão da alta capacidade de absorver e liberar a umidade, além de diluir as excretas. Da mesma forma, Demirulus (2006) observaram que a cama de maravalha é uma cama macia e confortável, o que permite que as aves tenham uma facilidade de se locomover, além de possuir boa capacidade em absorver a umidade e diluir os excrementos.

Diante disso, esperava-se que as aves criadas sobre a cama de maravalha, apresentassem valores de temperaturas superficiais máximas, inferiores aos das aves criadas sobre a cama de palha de arroz, entretanto, os tipos de cama não influenciaram essa variável, independentemente da densidade de criação. Os resultados encontrados nesse estudo, podem estar relacionados ao manejo realizado na cama, que foi dentro das recomendações ideais para a produção de frangos de corte.

De acordo com Garcia et al. (2011a); Carvalho et al. (2014) o correto manejo de cama, independente do material escolhido, pode contribuir para a preservação da qualidade da carcaça, pois, a qualidade da cama, pode mudar de acordo com o manejo adotado, e dentre os fatores que podem influenciar a qualidade da cama, estão o pH e a umidade.

De acordo com Jacob et al. (2016a), a redução da temperatura mínima de superfície do coxim plantar, indica lesão na área central do pé, pois a temperatura da superfície diminui, como uma indicação de circulação sanguínea insuficiente. Dessa forma, pode se inferir que a menor temperatura mínima do coxim plantar, dos frangos de corte criados sobre a cama de palha de arroz, na densidade de 30 kg/m², pode ter sido pela menor circulação de sangue nos pés, indicando início de lesão no coxim plantar.

A maior amplitude térmica, observada no coxim plantar das aves criadas sobre a cama de palha de arroz, na densidade de 30 kg/m², foi consequência da menor temperatura mínima observada nesse tratamento, pois, a amplitude térmica é a relação de temperatura entre a máxima e mínima. Variações na temperatura, pode ser um problema na produção avícola, pois as aves são sensíveis a pequenas alterações na temperatura do ambiente, que resultam em respostas negativas sobre desempenho produtivo (GOMES et al., 2011).

As densidades e os tipos de cama não influenciaram ($P>0,05$) os valores de pH, umidade e da temperatura da cama de frangos de corte dos 28 aos 42 dias de idade (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 Valores de pH, umidade (%) e temperatura (°C) da cama de frangos de corte dos 28 aos 42 dias de idade, criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz e maravalha) e duas densidades (24 e 30 kg/m²)

pH							
Cama	Densidade (kg/m ²)		Média	P			CV (%)
	24	30		CAM	DEN	C. x D.	
Palha de arroz	5,9	6,1	6,0A				
Maravalha	6,0	5,1	5,6A	0,9509	0,6206	0,7255	3,41
Média	6,0A	5,6 ^a	5,8				
Umidade (%)							
Cama	Densidade (kg/m ²)		Média	P			CV (%)
	24	30		CAM	DEN	C. x D.	
Palha de arroz	21,8	26,6	24,2A				
Maravalha	19,1	22,6	20,9A	0,5342	0,8760	0,4529	4,12
Média	20,4 ^a	24,6 ^a	22,5				
Temperatura da cama (°C)							
Cama	Densidade (kg/m ²)		Média	P			CV (%)
	24	30		CAM	DEN	C. x D.	
Palha de arroz	30,32	30,45	30,89A				
Maravalha	30,07	30,61	30,34A	0,7345	0,3872	0,3632	2,73
Média	30,20 ^a	30,53A	30,34				

CAM = cama; DEM = densidade; C. x D. = cama x densidade; P = Significativo a 5 % de probabilidade de erro pelo teste F; Médias com letras maiúsculas distintas na mesma coluna e na mesma linha, diferem significativamente a 5 % de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Os valores de pH e umidade encontrados para as camas de palha de arroz e maravalha nas densidades de 24 e 30 kg/m², estão de acordo com os citados por Sonoda et al. (2011), que recomendaram o pH abaixo de 7,0 e para Garcia et al. (2011b) que afirmaram que o teor de umidade da cama ideal, deve ficar entre 20 e 25%. Dessa forma, Carr et al. (1990) ressaltaram que a umidade da cama não pode ultrapassar 30%, pois acima desse valor, aumenta a produção de amônia, o que pode prejudicar a saúde das aves, devido a ocorrência de lesões nos olhos, problemas respiratórios e desencadear redução no desempenho.

Valores semelhantes de temperatura de cama, foram mencionados por Nascimento et al. (2014) que avaliaram o conforto térmico das aves em distintos aviários, criados sobre cama de maravalha misturada com palha de arroz e não encontraram diferença entre as temperaturas da cama em ambos aviários (29,3 a 29,4 °C). De acordo com Uemura et al. (2008), temperatura de cama acima de 30,7 °C, pode ser propício para o surgimento de microrganismos, o que pode favorecer o aparecimento de lesões no coxim plantar, e, conseqüentemente, reduzir o desempenho produtivo das aves.

As diferentes densidades e os tipos de cama não influenciaram ($P>0,05$) o escore visual do coxim plantar de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade (Figura 3.4).

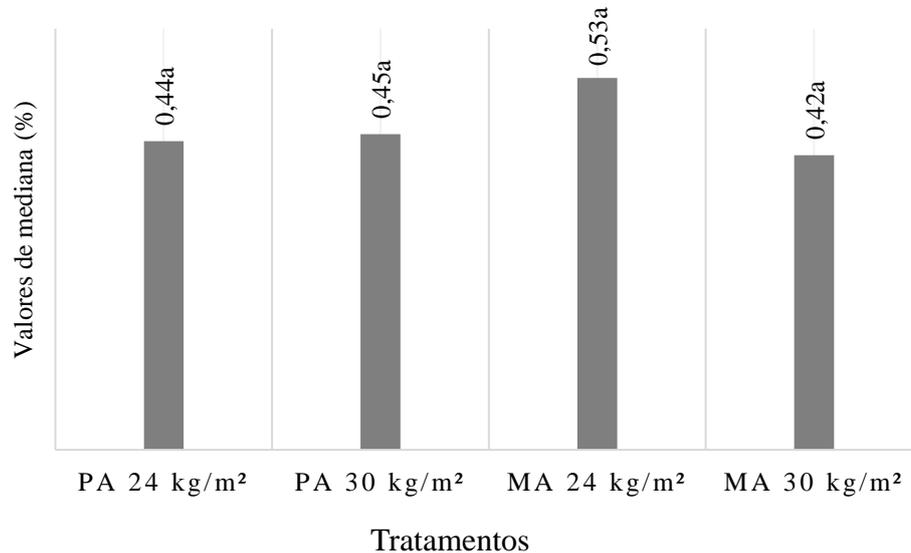


Figura 3.4 Valores de mediana do escore visual do coxim plantar de frangos de corte aos 42 dias de idade, criados sobre dois tipos de cama (palha de arroz – PA e maravalha – MA) e duas densidades (24 e 30 kg/m²).

A ausência de efeito no escore visual do coxim plantar das aves, pode estar relacionado a qualidade da cama, pois os valores de pH e umidade estavam dentro do considerado ideal para a produção de frangos de corte, pois a incidência da pododermatite é influenciada, principalmente, pela baixa qualidade da cama, altos índices de umidade e compactação (BILGILI et al., 2009). No entanto, neste estudo, a análise do escore visual, não foi eficaz para identificar lesões no coxim plantar, dos frangos de corte aos 42 dias de idade, diferentemente da termografia, que detectou inflamações no coxim plantar das aves criadas sobre a cama de palha de arroz.

Diante dos resultados, observou-se que a termografia é uma ferramenta eficiente e importante na produção avícola, pois ela permite prever o conforto térmico e o bem-estar das aves. Sabe-se que o conforto térmico é fundamental durante toda fase de criação das aves, neste sentido, as câmeras termográficas de infravermelho, podem ser utilizadas como prevenção de lesões de pododermatite, além de auxiliar no controle do conforto térmico, sendo que a manutenção da temperatura corporal é necessária para alcançar um bom desempenho (NASCIMENTO et al. 2011).

Em estudo similar, Garcia et al. (2011a) não observaram influência dos tipos de cama na incidência de arranhões, hematomas e dermatite, havendo efeito para lesões de coxim plantar.

A maior incidência de lesões de coxim plantar, ocorreu nas aves criadas sobre cama de capim napier e a menor, nas aves criadas sobre a cama de maravalha.

De acordo com os resultados obtidos, pode se afirmar que o aumento na densidade de alojamento e a cama de palha de arroz, foram mais suscetíveis para o aparecimento de lesões no coxim plantar dos frangos na fase final de criação, de 28 aos 42 dias de idade. Esses resultados estão de acordo com os relatados por Jacob et al. (2016b), que observaram maior incidência de pododermatite em frangos criados sobre cama nova de palha de arroz. Os autores explicaram que o principal fator que contribuiu para o desenvolvimento da pododermatite, foi a qualidade da cama, como a cama nova de casca de arroz, apresenta pontas afiadas, podem ferir os pés das aves, o que pode ocasionar lesões no coxim plantar.

Conclusão

Conclui-se que a termografia foi eficiente para evidenciar que os frangos de corte criados sobre a cama de palha de arroz e a densidade de 30 kg/m², apresentaram menores temperaturas mínima no coxim plantar, indicando indícios de lesões de pododermatite em frangos de corte dos 28 aos 42 dias de idade.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, a Universidade Federal do Tocantins – UFT, pelo apoio ao professor Dr. Luís Fernando Teixeira Albino da Universidade Federal de Viçosa e a empresa GRANFORTE, pelo fornecimento de matéria prima para realização dos experimentos.

Referências

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual, 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>> Acessado: 21/10/2018.

BILGILI, S. F. et al. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 18, n. 3, p. 583-589, 2009.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZOARROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S. Comportamento do manganês em Oxisol influenciado pela aplicação de carbonato de cálcio e sacarose. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 4, p. 71-75, 1980.

CARR, L. E.; WHEATON, F. W.; DOUGLASS, L. W. Empirical models to determine ammonia concentrations from broiler chicken litter. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, Estados Unidos, v. 33, n. 4, p. 1337-1342, 1990.

CARVALHO, C. M. C.; LITZ, F. H.; FERNANDES, E. A.; SILVEIRA, M. M.; MARTINS, J. D. S.; FONSECA, L. A.; ZANARDO, J. A. Litter characteristics and pododermatitis incidence in broilers fed a sorghum-based diet. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 291-296, 2014.

DE CARVALHO, T. M. R.; DE MOURA, D. J.; DE SOUZA, Z. M.; DE SOUZA, G. S.; DE FREITAS BUENO, L. G. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 46, n. 4, p. 351-361, 2011.

DEMIRULUS, H. The effect of litter type and litter thickness on broiler carcass traits. *International Journal of Poultry Science*, v. 5, n. 7, p. 670-672, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

GARCÍA, R. G.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; FERREIRA, V. M. O. S. Selecting the most adequate bedding material for broiler production in Brazil. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 121-127, 2012.

GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A.; DUARTE, N. S. Tipos de cama e a incidência de lesões na carcaça de frangos de corte/type of litter and the incidence of lesion in broilers' carcass. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 5, n. 2, p. 94-102, 2011a.

GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L. A.; CALDARA, F. R. Papel da cama na produção e bem-estar de frangos de corte. *Revista Aviseite*, v. 47, p. 46-50, 2011b.

GIRON, T. V.; VIEIRA, B. S.; VIOTT, A. M.; POZZA, M. S. S.; CASTILHA, L. D.; REIS, I. N.; NUNES, R. V. Mechanical removal (epidermal scarification) of pododermatitis injuries

reduces the presence of both inflammatory tissue and its associated microbiota in broiler feet. *Poultry science*, 2018.

GOMES, R. C. C.; YANAGI JUNIOR, T., RIBEIRO, R. L.; YANAGI, N. M.; S., DE CARVALHO, V. F.; DAMASCENO, F. A. Predição do índice de temperatura do globo negro e umidade e do impacto das variações climáticas em galpões avícolas climatizados. *Ciência Rural*, v. 41, n. 9, 2011.

HOFFMANN, G.; AMMON, C.; VOLKAMER, L.; SÜRIE, C.; RADKO, D. Sensor-based monitoring of the prevalence and severity of foot pad dermatitis in broiler chickens. *British poultry science*, v. 54, n. 5, p. 553-561, 2013.

JACOB, F. G.; BARACHO, M. D. S.; NÄÄS, I. D. A.; SOUZA, R.; SALGADO, D. D. A. The use of infrared thermography in the identification of pododermatitis in broilers. *Engenharia Agrícola*, v. 36, n. 2, p. 253-259, 2016a.

JACOB, F. G.; BARACHO, M. S.; NÄÄS, I. A.; SALGADO, D. A.; SOUZA, R. Incidence of Pododermatitis in Broiler Reared under Two Types of Environment. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 247-254, 2016b.

MARTRENCAR, A.; BOILLETOT, E.; HUONNIC, D.; POL, F. Fatores de risco para dermatite de patas em frangos de corte de frango e peru na França. *Medicina Veterinária Preventiva*, v. 52, n. 3-4, p. 213-226, 2002.

NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHO, M. S.; MOURA, D. J.; SALGADO, D. D. Qualidade da cama de frango em aviário convencional e em tipo túnel/bedding quality on conventional and tunnel ventilation broiler's housing. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 1, n. 2, p. 103-115, 2007.

NASCIMENTO, G. R.; NAAS, I. A.; BARACHO, M. S.; PEREIRA, D. F.; NEVES, D. P. Infrared Thermography In The Estimation Of Thermal Comfort Of Broilers [termografia Infravermelho Na Estimativa De Conforto Térmico De Frangos De Corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.6, p.658-663, 2014.

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; BARACHO, M. S.; GARCIA, R. Assessment of broiler surface temperature variation when exposed to different air temperatures. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 13, n. 4, p. 259-263, 2011.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, p. 141, 2017.

SONODA, L. T. Reutilização de camas de frango utilizando conceitos de compostagem. 2011. p 91. Dissertação (mestrado em construções rurais e ambiência) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

UEMURA, D. H.; ALVES, L. F. A.; OPAZO, M. A. U.; ALEXANDRE, T. M.; OLIVEIRA, D. G. P.; Ventura, M. U. Distribuição e dinâmica populacional do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em aviários de frango de corte. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 75, n. 4, p. 429-435, 2008.

WILCOX, C. S.; PATTERSON, J.; CHENG, Heng Wei. Use of thermography to screen for subclinical bumblefoot in poultry. *Poultry science*, v. 88, n. 6, p. 1176-1180, 2009.